

明 細 書

伝熱管群パネルモジュールと該モジュールを用いる排熱回収ボイラの建設方法

技術分野

- [0001] 本発明は事業用または産業用の複合発電(コンバインドサイクル発電)プラントに用いられる排熱回収ボイラ(以下、HRSGということがある)に関し、特にHRSGの伝熱管群パネルのモジュール化による建設方法と該排熱回収ボイラの建設に用いる伝熱管群パネルモジュールに関する。

背景技術

- [0002] ガスタービンとHRSGを組み合わせた複合発電プラントは他の火力発電プラントに比較して発電効率が高く、燃料として主に天然ガスを用いるので硫黄酸化物および煤塵の発生量が少ないため、排ガスの浄化処理の負担が少なく、将来性の高い発電プラントとして注目されている。また、複合発電プラントは電力需要に応じて、その発電出力を急激に変えることができることから負荷応答性に優れており、また、起動時間が比較的少ないため(立ち上げが速いため)、毎日の電力需要サイクルに合わせて日々起動停止を行う高頻度起動停止運転(Daily Start Daily Stop)に適した発電方式としても注目されている。
- [0003] 複合発電プラントは、発電用ガスタービンと該ガスタービンの排ガスを用いて蒸気を発生させるHRSGと、該HRSGで得られた蒸気を用いて発電を行う蒸気タービンを主要な構成機器とするプラントである。
- [0004] 図1に助燃バーナを内部に備えた横型HRSGの概略構成図を示すが、HRSGは水平方向にガスタービンからの排ガスGが流れるガスダクトであるケーシング1を備え、ガスタービン排ガスが導入されるケーシング1の入口付近の内部に助燃バーナ2が配置され、ケーシング1内には多数の伝熱管が配置されている。ケーシング1は主として主柱33と主梁34からなる強度部材で支持されている。
- [0005] HRSGを含めて複合発電プラントを構成する機器は、石炭、石油または天然ガスなどの化石燃料を燃焼させて発電する従来の大容量の火力発電プラントを構成する各

機器に比較すると、その容量が小さく、プラント用機器製造工場内で完成に近い段階まで組み立てた後に海上のみで輸送可能であり、製造工場から建設現地が比較的近く、しかも海岸近くにある場合には、前述の通り建設現地での据え付け作業が比較的簡単に行える。そのため前記火力発電プラントを構成する大容量の機器に比べて短期間で据え付けが完了する。

[0006] しかしながら複合発電では、従来に比較して高い発電効率が要求され、さらに高速起動停止運転が要求されるため、HRSGなどは多数の構成部品から形成される機器になっており、製造工場、建設現地の条件が前述の場合と異なり工場内での完成度が低い場合には、その据え付け作業には多大の労力と時間が必要である。例えば、HRSGは百本前後の伝熱管群とその管寄せを一単位とする伝熱管群パネルを建設現地に必要な数だけ輸送して、建設現地で予め建設されているHRSGの支柱33と主梁34などからなる強度部材(メインフレーム)とこれら強度部材で支持されたケーシング1の天井壁部に設けた支持梁に前記伝熱管群パネルを一単位ごとに吊り下げる作業を行うことになる。百本前後の伝熱管群パネルを、このように高所に吊り下げ、設置する作業を繰り返し行うことは安全上、高所作業が増加するために危険性を伴う問題があった。また工期が長くなり、建設コストが高くなることも問題であった。

[0007] そのため、HRSGの伝熱管群パネル23の輸送と据付を考慮して複数の伝熱管群パネル23を一つのブロックとして(以下、伝熱管群パネルモジュールと称する)、HRSG全体で幾つかのモジュールに分けて、それらのモジュールを一単位として前記機器製造工場内で完成させ、建設現地ではそれを組み立てるだけで据付けが完了することができるようにHRSGを構成する機器をモジュール化してHRSGの建設を容易にする技術開発が強く望まれている。

[0008] 特に、日本国外でHRSGの建設用部品を調達すること及び熟練した建設要員を確保することが困難であることなどの事情を考慮すると、HRSGを構成する機器の製造に必要な技術力があり、品質管理または工程管理等の管理体制が整い、熟練要員が多い日本国内の前記機器の製造工場において前記機器を複数のモジュールに分けた部分品として完成させ、できる限り現地での作業が少なくなるように考慮して建設現地に輸送し、建設現地では、それを組み立てるモジュール化工法が非常に有利

である。

- [0009] HRSG全体を複数のモジュールに分けて製造工場内で作製した後、建設現場ではそれを組み立てる工法は、例えば米国特許第859550号(パテントファミリー、特開昭62-266301号公報)などで知られている。前記米国特許第859550号には輸送時の伝熱管群パネルのモジュールを剛体からなる枠体内に収納して保護を図り、しかも前記枠体を建設現場ではHRSGのメインフレームとしてそのまま使用する工法が開示されている。

特許文献1: 米国特許第859550号

特許文献1: 特開昭62-266301号公報

発明の開示

- [0010] しかし、前記米国特許第859550号記載の工法では、伝熱管群パネルのモジュールを収納する枠体が建設現場ではHRSGのメインフレームとしてそのまま使用されるためサイズが大きくなる。そのため伝熱管群パネルのモジュールの輸送コストが増加する問題点がある。
- [0011] そこで、本発明の目的は、輸送コストが節約可能で、かつ輸送時の伝熱管群パネルの損傷を防ぎ、さらに据え付けコストが節約可能で、かつ据え付け後に無駄になる部材を発生させないHRSGの建設方法と該方法で用いる伝熱管群パネルモジュールを提供することである。
- [0012] また、本発明の目的はHRSGを構成する機器を複数個にモジュール化して前記機器製造工場内で製造し、各モジュールを現地に輸送して組み立てるために最も経済性の高いHRSGの建設方法と該方法で用いる伝熱管群パネルモジュールを提供することである。
- [0013] HRSGを建設する際に、伝熱管6とその上部管寄せと下部管寄せなどからなる伝熱管群パネル部分をHRSG全体で複数のモジュールに分割してHRSGの建設現場での労力の低減、特に高所作業の低減による据付性、作業安全性を図るためには、主柱33、主梁34、底壁部柱36などのHRSGの強度部材を組み込んだモジュールとするのが望ましい。しかし、前記強度部材を組み込んだモジュールは、排ガス流路を横断する面の幅が長くなり、モジュールが大型化する。大型のモジュールは、輸送条

件から沿岸地域など大型の台船が接岸できるIIRSGの建設現地に限られるため、日本で製造したモジュールを日本国外で据付るには適応性に乏しい。

[0014] そのため、本発明では、IIRSGの主柱33と主梁34などの強度部材の一部となる部材(後述するモジュールフレーム24、25など)を伝熱管群パネルモジュール20の構成部材として用いる構成を採用する。こうして、輸送時に前記モジュールフレーム24、25が伝熱管群パネルモジュールの補強作用をすることができる。

[0015] 本発明では、モジュールフレーム24、25は、それぞれHRSGの建設後には、主柱33、主梁34などのHRSGのメインフレームと結合されるので、輸送時のコストは主柱33、主梁34などのHRSGのメインフレームがない分低減され、また建設後に廃棄する部材はほとんど発生しない。

[0016] (1)本発明は、次の構成からなる排熱回収ボイラの建設方法である。

排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路に多数の伝熱管6を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

多数の伝熱管6と該伝熱管6の上部と下部の管寄せ7、8と伝熱管6の長手方向を横断する方向に、隣接する伝熱管6同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート18を備え、かつガス流れに沿う方向に複数配置した伝熱管群パネル23と、

前記複数の伝熱管群パネル23の天井壁部、底壁部およびガス流れに沿う両側壁部からなる外周部を覆う保温材13を内側に取り付けた前記ガス流路を構成するケーシング1と、ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部となるケーシング1の天井壁部外側に設けられた伝熱管群パネル支持梁22と、上部管寄せ7を吊り下げるためにケーシング1の天井壁部を貫通して上部管寄せ7と伝熱管群パネル支持梁22を接続した管寄せサポート11と、ボイラ建設現地での据え付け時に両側壁部となるケーシング1の両側壁部の外側に設けた伝熱管群パネル23の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム24と、ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部及び底壁部となるケーシング1の各天井壁部外側と底壁部外側に設けた伝熱管群パネル23の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム25とを備えた伝熱管群パネルモジュール20を一モジュール単位として排熱回収ボイラの設計仕様に従って適切な

サイズで必要な個数分作製し、

予め排熱回収ボイラの建設現地において主柱33、主梁34及び底壁部柱36を含む前記伝熱管群パネルモジュール20支持用のメインフレームを建設しておき、

排熱回収ボイラの建設現地において前記各伝熱管群パネルモジュール20を隣接する二つの主柱33の間から挿入して主梁34の設置高さに各伝熱管群パネルモジュール20の伝熱管群パネル支持梁22を配置して、鉛直モジュールフレーム24と主柱33との間、天井壁部側の水平モジュールフレーム25と主梁34との間及び底壁部側の水平モジュールフレーム25と底壁部柱36との間をそれぞれ接続固定する排熱回収ボイラの建設方法である。

- [0017] 前記排熱回収ボイラの建設現地では、ガスの流れに直交する方向の面の水平方向の幅を主柱33のそれより広くした底壁部柱36を前記幅方向に少なくとも各伝熱管群パネルモジュール20の底壁部コーナ部が載置できる個数分を配置し、少なくとも両側壁部の底壁部柱36の幅広部分の上に主柱33と鉛直モジュールフレーム24の下端部を載置してもよい。
- [0018] また、前記一モジュール単位の伝熱管群パネルモジュール20の輸送時に前記防振サポート18と両側壁部となるケーシング1の間および下部管寄せ8とケーシング1との間に防振用の固定部材26, 61を配置することで輸送時の損傷防止が図れる。
- [0019] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガス流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、さらに鉛直モジュールフレーム24がケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aと隣接する伝熱管群パネルモジュール20側に配置される鉛直モジュールフレーム24bからなる場合には、該伝熱管群パネルモジュール20の鉛直モジュールフレーム24aと水平モジュールフレーム25を主柱33、主梁34及び底壁部柱36を含むモジュール20支持用のメインフレームに接続し、鉛直モジュールフレーム24bを取り外し、さらに各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられ、鉛直モジュールフレーム24a、24b間を接続する複数の補強用モジュールフレーム24cを設けている場合には、補強用モジュールフレーム24cも取り外す排熱回収ボイラの建設方法を採用する。

- [0020] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、該伝熱管群パネルモジュール20の天井壁部となるケーシング1の端部内側と側壁部となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59a, 59aと、底壁部側となるケーシング1の端部と側壁部となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59b, 59bをそれぞれ配置した場合には、該耐震ブレース59a, 59bを各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時とボイラ建設現地での据え付け時だけでなく、ボイラ据え付け完了後にもそのまま取り外すことなく使用する排熱回収ボイラの建設方法を採用しても良い。
- [0021] 各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時には前記耐震ブレース59a, 59bと伝熱管群パネル23のガス流れ方向の表面及び／又は裏面との間隔を保持する輸送用スペーサ63を配置することで、耐震ブレース59a, 59bを輸送用補強部材と兼用することができ、新たに輸送用補強部材を設ける必要がなくなる。
- [0022] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、該伝熱管群パネルモジュール20の天井壁部側となるケーシング1の端部と底壁部側となるケーシング1の端部とを第1輸送用補強部材70で取り外し自在な結合方法で結合し、該第1輸送用補強部材70と側壁部側となるケーシング1の間を複数本の第2輸送用補強部材71で取り外し自在な結合方法で結合した場合には、各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時とボイラ建設現地での据え付け時には第1輸送用補強部材70と第2輸送用補強部材71はそのままとし、前記据え付け完了後には取り外すことで排熱回収ボイラを建設する。
- [0023] (2)また、本発明は次の構成からなる排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュールである。
- [0024] 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路内に多数の伝熱管6を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュールであって、

多数の伝熱管6と該伝熱管6の上部と下部の管寄せ7、8と伝熱管6の長手方向を横断する方向に、隣接する伝熱管6同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート18を備え、かつガス流れに沿う方向に複数配置した伝熱管群パネル23と、

前記複数の伝熱管群パネル23の天井壁部、底壁部およびガス流れに沿う両側壁部からなる外周部を覆う保温材13を内側に取り付けた前記ガス流路を構成するケーシング1と、ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部となるケーシング1の天井壁部外側に設けられた伝熱管群パネル支持梁22と、上部管寄せ7を吊り下げるためにケーシング1の天井壁部を貫通して上部管寄せ7と伝熱管群パネル支持梁22を接続した管寄せサポート11と、ボイラ建設現地での据え付け時に両側壁部となるケーシング1の外側に設けた伝熱管群パネル23の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム24と、ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部及び底壁部となるケーシング1の天井壁部外側と底壁部外側に設けた伝熱管群パネル23の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム25とを備え、

排熱回収ボイラの建設現地での据え付け時に、該ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなる伝熱管群パネルモジュール20を一モジュール単位とし、予め排熱回収ボイラの建設現地において建設される主柱33、主梁34及び底壁部柱36を含むモジュール支持用のメインフレームの中の主柱33と前記鉛直モジュールフレーム24との間、主梁34と前記天井壁部側の水平モジュールフレーム25との間及び底壁部柱36と底壁部側の水平モジュールフレーム25との間をそれぞれ接続固定可能にした排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュールである。

[0025] 鉛直モジュールフレーム24は、ケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aと隣接する伝熱管群パネルモジュール20側に配置される鉛直モジュールフレーム24bからなり、さらに各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられ、鉛直モジュールフレーム24a、24b間を接続し、ボイラ据え付け後に取り外される複数の補強用モジュールフレーム24cとを備えた構成とすることができる。この場合にはモジュール20

のボイラ据え付け後には鉛直モジュールフレーム24bと補強用モジュールフレーム24cとが取り外される。

[0026] また、鉛直モジュールフレーム24は、ケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aからなり、天井壁部側となるケーシング1の端部内側と側壁部ケーシング1の中央部内側とを接続し、かつ各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59a、59aと、底壁部側となるケーシング1の端部と側壁部側となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59b、59bを備えた構成とすることができる。この場合、モジュール20の輸送時及び据え付け時に伝熱管群パネル23の保護ができると同時に、前記耐震ブレース59a、59bは伝熱管群パネルモジュール20を排熱回収ボイラへの据え付け後にも取り外すことなく、伝熱管群パネル23の補強部材として使用できる。

[0027] さらに、鉛直モジュールフレーム24は、天井壁部側となるケーシング1の端部と底壁部側となるケーシング1の端部とを結合し、ボイラへの据え付け完了後には取り外す第1輸送用補強部材70と、該第1輸送用補強部材70と側壁部側となるケーシング1の間とを結合し、ボイラへの据え付け完了後には取り外す複数本の第2輸送用補強部材71とを各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けた構成とすることができる。

[0028] ここで、天井壁部側と底壁部側となるケーシング1の両端部と第1輸送用補強部材70との結合部および側壁部側ケーシング1と第2輸送用補強部材71との結合部は、圧縮荷重が生じる結合部分は嵌め込み式結合とし、引張荷重が作用する結合部分はボルト結合とすることで、伝熱管群パネルモジュール20を排熱回収ボイラへの据え付け後に第1輸送用補強部材70と第2輸送用補強部材71を簡単に取り外すことができる。

[0029] また、天井壁部側と底壁部側となるケーシング1の両端部と第1輸送用補強部材70との結合部および側壁部側となるケーシング1と第2輸送用補強部材71との結合部は、共にボルト結合とすることでも伝熱管群パネルモジュール20を排熱回収ボイラへ

の据え付け後に第1輸送川補強部材70と第2輸送川補強部材71を簡単に取り外すことができる。

[0030] なお、輸送時などでモジュール20の保護が可能であれば、前記補強川モジュールフレーム24c、耐震ブレース59a、59b及び第2輸送川補強部材71は伝熱管群パネル23のガス流れ方向の表面側又は裏面側の少なくともいずれか一方に配置されるだけでもよい。

[0031] また、各伝熱管群パネルモジュール20の伝熱管群パネル23のガス流れ方向に直交する面(炉幅面)の両側面にはそれぞれガスパス防止用のバッフルプレート28、28を取り付け、ガス流れに直交する面の水平方向に隣接配置される二つのモジュール20、20の各伝熱管群パネル23、23の間には、一方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に一側面部が接続され、他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に他の側面部が接触するガスショートパス防止板29を取り付けると、ガス流れでガスショートパス防止板29の一側壁部が接触するバッフルプレート28に強く押圧され、隣接配置される二つの伝熱管群パネル23の間の隙間が無くなり、伝熱管群パネル23の内部を通らないガスの発生(ガスのショートパス)を防止することができる。特に伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に接触するガスショートパス防止板29の側面部をガス流路内のガス流れ上流側に折り曲げることで、ガス流れが前記折曲部に巻き込まれ、より強く前記折曲部がバッフルプレート28に強く押圧され、ガスのショートパス防止効果がより高くなる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]横型排熱回収ボイラの概略構成図である。

[図2]図1のボイラのガス流れ方向から見た本発明の第1の実施例の二つの伝熱管群パネルモジュールとそれを支持する強度部材を一体化した概略配置図(図1のA-A線断面矢視図)である。

[図3]本発明の第1の実施例の伝熱管群パネルモジュールの側面図であり、図2のS-S線断面矢視図である。

[図4]図2の伝熱管群パネルモジュールの側面図(据付け時にはガス流れ方向から見た図)である。

[図5]図2の伝熱管群パネルモジュールの上管寄せと上部ケーシング部分の斜視図である。

[図6]図2の伝熱管群パネルモジュールの揺れ止め固定部材の側面図である。

[図7]本発明の第2の実施例の伝熱管群パネルモジュールの側面図である。

[図8]図7の伝熱管群パネルモジュールを吊り上げた状態を示す側面図である。

[図9]図7の伝熱管群パネルモジュールとそれを支持する強度部材を一体化した図2のS-S線方向の図である。

[図10]図7の伝熱管群パネルモジュールをそれを支持する強度部材と一体化して排熱回収ボイラを組み立てた場合のガス流れに直交する方向(炉幅方向)に並列配置した場合の側面図である。

[図11]図7の伝熱管群パネルモジュールを適用した排熱回収ボイラの全体構造の側面図である。

[図12]本発明の第3の実施例の伝熱管群パネルモジュールの側面図である。

[図13]図12のA部の詳細図である。

[図14]図12のB部の詳細図である。

[図15]図12のC部の詳細図である。

[図16]図12のモジュールを吊り上げた状態における荷重の作用状況である。

[図17]図12のモジュールの変形例の側面図である。

[図18]本発明の一実施例のHRSGの建設現地に予め組み立てた横型排熱回収ボイラの強度部材である主柱と底壁部柱と主梁の斜視図である。

[図19]図18の強度部材から主梁の一部を取り外している様子を示す斜視図である。

[図20]図4の伝熱管群パネルモジュールを吊り上げる様子を示す図である。

[図21]図4の伝熱管群パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す平面図である。

[図22]図4の伝熱管群パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

[図23]図4の伝熱管群パネルモジュールの一つを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

[図24]図4の二つの伝熱管群パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

[図25]図2のD-D線切断面の斜視図である。

[図26]図2の楕円B部分の伝熱管群パネルモジュール内側の鉛直二方向切断面の斜視図である。

[図27]図2の楕円A部分の伝熱管群パネルモジュール内側の鉛直方向切断面の斜視図である。

[図28]図2の楕円C部分の伝熱管群パネルモジュール内側の鉛直方向の二方向切断面の斜視図である。

[図29]本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管群パネルの斜視図である。

[図30]図29の平面方向の断面図である。

[図31]従来の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管群パネル部分の平面方向の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0033] 本発明の実施の形態になる水平方向にガス流路を形成する横型の排熱回収ボイラのモジュール化工法の説明を図面と共にする。

[0034] 前記横型の排熱回収ボイラの概略構成図を図1に示し、図1に示す排ガスGが水平方向に流れるHRSGのガス流れ方向に直交する断面を見た図を図2に示し、ガス流れ方向の断面を見た図を図3に示す。なお、図2は図1のA-A線断面矢視図に相当し、図3は図2のS-S線断面矢視図に相当する。

排熱回収ボイラの伝熱管群パネル23は図2又は図3に示すように多数の伝熱管6、上部管寄せ7、下部管寄せ8、上部連絡管9、下部連絡管10によって構成され、伝熱管群パネル23は管寄せサポート11を介して伝熱管群パネル支持梁22に支持されている。また、伝熱管群パネル23の外周は保温材(断熱材)13とその外周を覆うケーシング1に囲まれている。ケーシング1は鋼板からなり、その板厚が6ミリ程度である。また保温材13の内側には保温材を保持するためのライナー(内部ケーシングともいわれる)12が設けられている(ライナー12と保温材13を内側に積層したケーシング1

を単にケーシング1ということがある)。伝熱管6の外表面にはフィン16(図2、図3には一部のみ図示)が巻き付けられており、フィン付き伝熱管6は排ガス流れ方向に対してジグザグ状に複数が、いわゆる千鳥状に配置されている。伝熱管6は排ガスGが伝熱管6同士の間を通過する際に、ある速さ以上になると、通過する排ガスGの流体力と排ガスGの経路を構成している伝熱管6の剛性力とがお互いに干渉することにより、伝熱管6が自励振動する流力弾性振動と呼ばれる現象を起こすおそれがある。その流力弾性振動を防止するためと前後および左右の伝熱管6が互いに接触することを避けるために管軸に直交する方向に設けられた防振サポート18により束ねられている。

[0035] また、図3に示すように下部管寄せ8とその下方のケーシング1とライナー12と保温材13からなる壁面構造物との間には上下方向の熱伸び対応と前後方向の振れ止め構造を有するパネル耐震装置31が設けられている。

[0036] 図4には本発明の第1の実施例の伝熱管群パネルモジュール20の側面図を示す。前記構成からなる複数のフィン付き伝熱管6、上部管寄せ7および下部管寄せ8などからなる伝熱管群パネル23を1から数个程度の複数パネルをガス流れ方向に並列配置してモジュール化し、輸送用フレームを兼ねる鉛直モジュールフレーム24(24a、24b)と水平モジュールフレーム25と共に一体化して各伝熱管群パネルモジュール(以下、単にモジュールと称することがある)20を得る。伝熱管群パネルモジュール20のパネル数は据付現地までの輸送制限や据付現地での据付効率、装置性能による制限などを考慮して設定される。

[0037] 従って、一つの伝熱管群パネルモジュール20内には多数(例えば約600)本の伝熱管6とそれらの上下の管寄せ7、8と上下の連絡管9、10などを備えた伝熱管群パネル23、さらにこれらの周囲にHRSGの天井面と側壁面と底壁面を構成するケーシング1とライナー12、保温材13のそれぞれの一部を構成する壁面構造物を設け、さらに、これらをモジュールフレーム24、25内に収納することにより一体化した構成になっている。

[0038] 図5には一例として4つの伝熱管群パネル23からなる1つの伝熱管群パネルモジュール20の上部管寄せ7部分をケーシング1の天井壁部を介して吊り下げる支持構造

の一部断面図を模式的な斜視図で示す。なお、図3には5つの伝熱管群パネル23からなる1つの伝熱管群パネルモジュール20がボイラのガス流れ方向に沿って2つ据え付けられた状態を示している。

- [0039] 各伝熱管群パネルモジュール20のケーシング1の天井面の四隅の周辺部は水平モジュールフレーム25が固定され、水平モジュールフレーム25の内側のケーシング1上には複数の伝熱管群パネル支持梁22が固定されている。伝熱管群パネル支持梁22は各管寄せサポート11を介して各伝熱管群パネル23の上部管寄せ7を支持しており、該伝熱管群パネル支持梁22の両端部は水平モジュールフレーム25に溶接接続されている(図5では手前の水平モジュールフレーム25を図示していない)。
- [0040] 図4に図示したように鉛直モジュールフレーム24(24a、24b)と水平モジュールフレーム25をケーシング1に予め溶接接続している。モジュールフレーム24、25は建設現地に予め設けられている主柱33及び主梁34に比べて幅の狭いH型鋼などから構成される。これらは、ケーシング1の外側に設けられる主柱33及び主梁34と一体化してHRSGのケーシング1の強度部材となる。
- [0041] 鉛直モジュールフレーム24は建設現地で主柱33と接続され、天井壁部側水平モジュールフレーム25は建設現地で主梁34と接続され、底壁部側水平モジュールフレーム25は底壁部柱36と接続される。モジュールフレーム24、25はそれぞれ建設現地でHRSGの主柱33及び主梁34の一部となる位置に設けられるが、モジュールフレーム24、25はモジュール20の輸送時における補強材となる。また、主柱33及び主梁34より比較的幅の狭い前記モジュールフレーム24、25がケーシング1の外側に突出する長さは主柱33及び主梁34の幅より短いため、モジュールフレーム24、25を設けたことによる輸送コストの増加は無視できる。
- [0042] なお、図4に示すモジュール20の2つの鉛直モジュールフレーム24a、24bの中で、モジュールフレーム24bはガス流路の幅方向(ガス流れに直交する面の水平方向)に2個のモジュール20を並列配置したときにHRSGのガス流路の中心部に位置するフレームであり、また、2つのモジュールフレーム24a、24bには輸送時の補強のためにモジュール20の前記幅方向の面の補強用モジュールフレーム24cが多数取り付けられ、また、モジュールフレーム24cをモジュールフレーム24bに接続するための

ブラケット24dがモジュールフレーム24bに取り付けられている。これらモジュールフレーム24b、24cおよびブラケット24dは建設現地でのモジュール20の据え付け後には撤去される。

- [0043] 本実施の形態ではモジュール20が輸送中の揺れにより損傷することを防ぐために、図6に示すように防振サポート18とケーシング1とライナー12と保温材13からなる壁面構造物との間に揺れ止め用固定ボルト26を配置しても良い。前記壁面構造物(単にケーシング1ということがある)の外側から防振サポート18の端部に向けて押圧可能な揺れ止め用固定ボルト26を押し当てた後、ロックナット27で締め付けて伝熱管群パネル23を防振サポート18を介して前記壁面構造物に固定する(図6(a))。HRSG建設現地でモジュール20を据え付ける際に、このロックナット27の締め付けをゆるめて前記固定ボルト26の防振サポート18への押圧を解除してモジュール20を前記壁面構造物から取り外す(図6(b))。
- [0044] また、図示していないが、前記ケーシング1と防振サポート18の端部の間隔に相当する長さのプレートを用意する固定部材を前記壁面構造物と防振サポート18の両方に溶接しておき、輸送後はこの固定部材を切断することでも良い。
- [0045] さらに、前記ケーシング1と防振サポート18の端部の間隔に相当する厚みの木材などのプレートを、前記間隔に差し込んでおき、輸送後は、このプレートを抜き出すことでも良い。
- [0046] また、伝熱管群パネル23が振動しないように、砂、ゲル材等の充填物を前記壁面構造物の内側の伝熱管群パネル23の要所要所に充填しておき、輸送後は、この充填物を抜き出すことでも良い。
- [0047] さらに、図示していないが、幅が変更可能で、かつ設定した幅を仮固定できる一対のロッドを備えた揺れ止め用固定部材を輸送中に前記壁面構造物と防振サポート18の間に挟み込んでおくことで伝熱管群パネル23の輸送中の損傷を防止することもできる。
- [0048] また、ガスタービンの燃焼温度が1300℃級の複合発電プラント用のHRSGでは、ガス流路の幅方向(ガス流れに直交する方向)に2または3個のモジュール20に分割し(図2には2分割したモジュール20をHRSGの支柱33、主梁34に組み付けたガス

流れ方向の断面を見た図を示す。)、またガス流れ方向には各モジュール20には伝熱管群パネル23を1〜12程度適宜収納するが、この数量は伝熱管群パネル23の配置と輸送上の制約から決定される。各モジュール20はHIRSG内での配置位置に応じてサイズが異なる場合がある。一つのモジュール20のサイズは、例えば図4の紙面上下方向で26m、紙面奥行き方向で3〜4.5m、紙面左右方向で1.5〜4mである。

[0049] また、図7には本発明の第2の実施例の伝熱管群パネルモジュール20を示す。このモジュール20は側壁面を水平横置きにして輸送されるため、図7でも横置きの状態の側面を示している。ライナー12と保温材13を内側に積層したケーシング1(ライナー12と保温材13を内側に積層したケーシング1を単にケーシング1ということがある)内には、多数の伝熱管6とその上部管寄せ7と下部管寄せ8及び防振サポート18などから成る伝熱管群パネル23が複数個収容されている。

[0050] 伝熱管群パネル23とケーシング1の間には輸送時に伝熱管群パネル23を固定するための輸送用スペーサ61が防振サポート18とケーシング1の間及び下部管寄せ8とケーシング1の間に設置されている。

[0051] また天井壁部側ケーシング1と底壁部側ケーシング1の両端部の内面にはラグ60a, 60bが取付けられており、また側壁ケーシング1の中央部内面にはラグ60cが取付けられており、ラグ60aと60cの間には耐震ブレース59aが、ラグ60bとラグ60cの間には耐震ブレース59bがそれぞれ取付けられている。ラグ60aとラグ60bには、それぞれ輸送用穴64とボイラ運転時長穴65が設けられており、輸送時には耐震ブレース59a, 59bが各輸送用穴64に取付けられている。そのため耐震ブレース59a, 59bはケーシング1とほぼ一体化している。

[0052] 天井壁部側ケーシング1と側壁部側ケーシング1と耐震ブレース59aからなる三角形と底壁部側ケーシング1と側壁部側ケーシング1と耐震ブレース59bからなる三角形が形成されているので、各壁面のケーシング1は耐震ブレース59a, 59bで補強され、強固な構造となっている。そのため、図4に示す補強用モジュールフレーム24cを設ける必要がない。

[0053] また、図9(図2のS-S線断面方向の図)に示すように伝熱管群パネルモジュール2

0の主柱33と主梁34などのメインフレームへの据え付け後にガス流れ方向に対向する表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23と耐震ブレース59a, 59bとの間隔保持用輸送用スペーサ63を配置することで、海上輸送時などにおいてモジュール20の伝熱管群パネル23が振動することなく変形防止が図れる。

[0054] また、図7に示すモジュール20は強固な構造物であるため、図4に示す鉛直モジュール24bを設けなくても海上輸送などを行うことができる。

[0055] 図8は図7に示すモジュール20をクレーンで矢印A方向に吊り上げている状態を示す図である。この場合もケーシング1と耐震ブレース59a, 59bで三角形が形成されているため、吊り上げ荷重によってケーシング1が変形することはない、新たに補強部材を追加する必要もない。

[0056] 図10は2つのモジュール20, 20をそれを支持する強度部材と一体化して排熱回収ボイラを組み立てた場合のガス流れに直交する面の水平方向(炉幅方向)に並列配置した場合の側面図である。モジュール20, 20を組み立てた後は、一対の耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bはラグ60a, 60b; 60a, 60bの運転時用長穴65に差し込んでいる。運転時用長穴65は矩形状の長穴であり、耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bは、ボイラ運転時にはこの長穴65に沿って移動可能であるので、耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bが熱膨張しても、この熱膨張は運転時用長穴65によって吸収できる。

[0057] したがって、耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bの熱膨張を拘束することがなく、ボイラ本体へのモジュール20, 20の組み立て後に耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bを切断・撤去する作業は不要である。また、耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bは4本で菱形を形成し、排熱回収ボイラが矢印Bの水平方向に地震力を受けた場合にケーシング1が変形することを防止する役目を担っている。

[0058] 図9には、5枚の伝熱管群パネル23をまとめてブロック化した一つのモジュール20の例を示す。それぞれの伝熱管群パネル23は上部管寄せ7と下部管寄せ8を3列の伝熱管6で連結することにより構成されている。伝熱管6は上部管寄せ7に取付けられたラグ57とケーシング1をつなぐ吊りサポート11によって固定されている。また、輸送用スペーサ63で図9の紙面左右方向に伝熱管群パネル23が移動することを防止

している。また、下部管寄せ8とその下方のケーシング1とライナー12と保温材13からなる壁面構造物との間には上下方向の熱伸び対応と前後方向の振れ止め構造を有するパネル耐震装置31が設けられている。

- [0059] 図11は本実施例になる伝熱管群パネルモジュール20を適用した排熱回収ボイラの全体構造の側面図である。図11に示す例では排ガス流路内の上流側から下流側に順に過熱器A、高圧蒸発器B、脱硝装置C、高圧節炭器D、低圧蒸発器E及び低圧節炭器Fが配置される。
- [0060] 前記過熱器Aと高圧蒸発器Bはそれぞれ一つの伝熱管群パネルモジュール20をガス流れ方向の前後に配置し、また、高圧節炭器D及び低圧節炭器Fもそれぞれ一つの伝熱管群パネルモジュール20をガス流れ方向の前後に配置している。過熱器Aのモジュール20のガス流れ方向の前側に耐震ブレース59a, 59bを配置し、高圧蒸発器Bのモジュール20のガス流れ方向の後側に耐震ブレース59a, 59bを配置する。
- [0061] 同様に高圧節炭器Dのモジュール20のガス流れ方向の前側に耐震ブレース59a, 59bを配置し、低圧節炭器Fのモジュール20のガス流れ方向の後側に耐震ブレース59a, 59bを配置する。
- [0062] なお、HRSG全体で必要な数の耐震ブレース59a, 59bを設置すれば良く、本例では低圧蒸発器Eのガス流れ方向の前後には耐震ブレース59a, 59bを配置する必要がないため、これらを設置していない。さらに、脱硝装置Cのガス流れ方向の前後には、本発明の伝熱管群パネルモジュール20とは異なる脱硝装置モジュールとして前記耐震ブレース59a, 59bを配置するか、これとは異なるタイプの耐震ブレースを用いる。
- [0063] 以上のように、図7、図9に示すモジュール20を用いて排熱回収ボイラを建設する場合には、耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bを設けたので、この耐震ブレース59a, 59b; 59a, 59bは輸送時や吊り上げ時の補強部材としても兼用することができる。モジュール20の補強部材の材料費、製作費、ボイラ建設後の補強用部材の切断・撤去費用が不要となり、排熱回収ボイラのコストを大幅に低減することができる。これにより、コンバインドサイクル発電設備の建設コストを低減でき、ひいては発電単価の低

減につながるといふ効果がある。

- [0064] なお、図7、図9に示すモジュール20と図4に示すモジュールフレーム24b, 24c, 24dを取り除いた後のモジュール20を混在させて排熱回収ボイラの全伝熱管群パネル23を組み立ててもよい。
- [0065] 図12には本発明の第3の実施例の伝熱管群パネルモジュール20の側面図を示す。
- [0066] このモジュール20は側壁面を水平横置きにして輸送されるため、図12でも横置きの状態の側面を示している。ライナー12と保温材13を内側に積層したケーシング1(ライナー12と保温材13を内側に積層したケーシング1を単にケーシングということがある)内には、多数の伝熱管6とその上部管寄せ7と下部管寄せ8、防振サポート18などから成る伝熱管群パネル23が収容されている。
- [0067] 伝熱管群パネル23とケーシング1の間には輸送時に伝熱管群パネル23を固定するための輸送用スペーサ61が防振サポート18とケーシング1の間及び下部管寄せ8とケーシング1の間に設置されている。
- [0068] また、天井壁部側ケーシング1と底壁部側ケーシング1の内面にはトラス構造の輸送用補強部材70、71が設置されている。天井壁部側ケーシング1の端部内面と底壁部側ケーシング1の端部内面は第1輸送用補強部材70で接続され、底壁部側ケーシング1の内面と前記第1輸送用補強部材70ははしご段状及びはすかい状の複数の第2輸送用補強部材71で接続されている。
- [0069] 天井壁部側ケーシング1と底壁部側ケーシング1の端部同士を結合している第1輸送用補強部材70には一対のラグ72, 72が取付けられており、該ラグ72, 72に接続されるワイヤ73でモジュール20が矢印A方向に吊り上げられるようになっている。
- [0070] 図13に図12のA部の詳細図を示す。天井壁部側ケーシング1に設けられる支持板75と第1輸送用補強部材70には輸送用補強部材固定フランジ75a, 70aがそれぞれ取付けられており、第1輸送用補強部材70は前記輸送用補強部材固定フランジ75a, 70aによって、天井壁部側ケーシング1とボルト結合されている。図示していないが、底壁部側ケーシング1と輸送用補強部材70もフランジ部分が同様にボルト結合されている。

- [0071] また、図14に図12のB部の詳細図を示す。側壁部側ケーシング1には支持板76が固定されており、支持板76の他端と第2輸送用補強部材71にはフランジ76a, 71aがそれぞれ取付けられており、第2輸送用補強部材71は前記フランジ76a, 71aによって、側壁部側ケーシング1とボルト結合されている。
- [0072] 図15に図12のC部詳細を示す。側壁部側ケーシング1には輸送用補強部材固定ガイド66が取付けられ、このガイド66には第2輸送用補強部材71が嵌め込まれており、第2輸送用補強部材71はその軸方向以外の動きを拘束されている。
- [0073] 図12に示す伝熱管群パネルモジュール20は横置き状態で輸送されるが、輸送時には前後、左右、上下方向に振動荷重が作用し、補強部材70, 71は嵌め込み式の輸送用補強部材ガイド66と補強部材固定フランジ70a, 75a; 71a, 76aで天井壁部側、底壁部側及び側壁部側ケーシング1と一体化しており、該ケーシング1が振動荷重によって変形したり、破損したりすることを防止することができる。
- [0074] モジュール20の輸送時には図12に示すように、ラグ72にワイヤ73を掛けて吊り上げられる場合があるが、このとき作用する荷重がモジュール20のボイラ据え付け時の最も大きな荷重となる。図12に示すようにモジュール20が吊り上げられた場合に輸送用補強部材70, 71に作用する荷重の方向を調べた結果を図16に示す。
- [0075] 図16の中で矢印Tは引張の方向に軸力が発生していることを示し、矢印Cは圧縮の方向に軸力が発生していることを示している。本実施例はこの2種類の軸力の方向を考慮して輸送用補強部材70, 71の撤去が最も簡単にできるように各補強部材70, 71とケーシング1の結合方法を決定したものである。
- [0076] すなわち、圧縮荷重しか作用しない図12のC部には嵌め込み式の結合方法を採用した。C部には圧縮荷重しか作用しないため、輸送用補強部材70が側壁部ケーシング1から抜けることはなく、また簡単に輸送用補強部材70, 71をケーシング1から取りはずすことが可能となる。B部には引張の軸力が作用するため、引張荷重に抵抗することができ、最も取り外しが簡単なボルト結合を採用している。
- [0077] 各モジュール20をボイラ構造のメインフレーム(主柱33、主梁34及び底部柱36など)に据え付けた後、輸送用補強部材70, 71を撤去する場合には、図12に示す輸送用補強部材固定フランジ70a, 75a; 71a, 76aのボルトを緩めて取り外し、さらに

輸送用補強部材ガイド66を取り外せば簡単に撤去することが可能である。

- [0078] また図17には前記図12に示す輸送用補強部材70, 71とケーシング1との接続部をすべてフランジ構造を用いたボルト結合を採用した例を示す。この場合には輸送用補強部材70, 71とケーシング1との接続部が全てボルト結合であるため、輸送時、特に吊り上げ時にモジュール20がどのような方向に向けられても補強部材70, 71とフランジ1とが強固に接続されることが、これらの接続部分を分離する際にはボルトを外すだけで良いので簡単に輸送用補強部材70, 71を撤去できる。
- [0079] このように、本実施例では伝熱管群パネルモジュール20を排熱回収ボイラのボイラ構造のメインフレームに据え付けた後で輸送用補強部材70, 71を簡単に撤去することが可能となり、排熱回収ボイラの建設コストを低減することができる。これにより、コンバインドサイクル発電設備の建設コストを低減できるため、発電単価の低減効果を図れる。
- [0080] 次に上記各種の伝熱管群パネルモジュール20をHRSGの建設現地で主柱33、主梁34及び底部柱36などのメインフレームに据え付ける手順を説明する。
- [0081] HRSGの建設現地には、図18の斜視図に示すように予め幅広の底壁部柱36を設け、該底壁部柱36上に主柱33と主梁34を建設しておく。主柱33と主梁34の設置位置が決まると隣接する主柱33同士をつなぐサイドサポート37を設けて、主柱33と主梁34の保持をより強固にしておく。
- [0082] なお、底壁部柱36の水平方向(炉幅方向)の幅は、その上に配置される主柱33の幅より大きくしておき、図18に示すガス流路の幅方向に2個のモジュール20を隣接配置する場合に、中央の底壁部柱36の上に同時に2つのモジュール20の底壁部コーナー部を載置できる。また側壁面側の2つの底壁部柱36にはガス流れ方向に隣接配置される2つのモジュール20の他方の底壁部コーナー部をそれぞれ載置する。
- [0083] 次に、図19の斜視図に示すように、モジュール20を上記主柱33、主梁34、底壁部柱36及びサイドサポート37からなるHRSG強度部材に組み込む前に主梁34のいくつかを取り外しておき、モジュール20を図20に示すようにモジュールフレーム24、25の天井壁部側と底壁部側の適所をそれぞれクレーン42により吊り上げて図21の平面図及び図22の斜視図に示すような順序で順次隣接する主柱33間に配置する。

- [0084] このときも各モジュール20は主柱33と主梁34の一部となる前記モジュールフレーム24、25がケーシング1の外側に設けられているので、クレーン42で吊り上げる際にモジュール20が強度不足で変形するおそれはない。しかしモジュール20の吊り上げ時にモジュール20の一部を地面に接触させた状態で吊り上げると、不測の荷重が前記地面接触部に掛かり、変形するおそれがあるので、モジュール20のケーシング1の天井壁部と底壁部をそれぞれクレーン42と共に地面に接触しないように吊り上げながら図21、図22に示すように2つの主柱33の間から挿入し、主梁34に吊り下げる必要がある。
- [0085] 図21、図22に示すようにサイドサポート37がないガス流れ方向である前後方向に配置される二つの主柱33の間からモジュール20を挿入して、図23の斜視図に示すように所定の位置に配置され、モジュール20の上部が後側の主梁34に接続される。次いで図24の斜視図に示すように、前記モジュール20の隣に配置されるモジュール20も同様に2つの主柱33の間に挿入され、後側の主梁34に接続される。次いで二つのモジュール20の上部が前側の主梁34に接続される。
- [0086] なお、図22～図24には図4に示す伝熱管群パネルモジュール20を据え付ける場合を示しているので、図24の状態で図4に示す構造の二つのモジュール20の上部が前側の主梁34に接続された後には補強用モジュールフレーム24cとブラケット24dは取り外す必要がある。
- [0087] また、図7に示す構造のモジュール20を主柱33と主梁34に接続する場合には耐震ブレース59a、59bは取り外すことなく、そのまま排熱回収ボイラの構造部材として使用する。
- [0088] さらに、図12に示す構造のモジュール20を主柱33と主梁34に接続する場合には図24の状態で二つのモジュール20の上部が前側の主梁34に接続された後には第1輸送用補強部材70と第2輸送用補強部材71は取り外す必要がある。
- [0089] 図25(図2のD-D線切断面の斜視図)に示す適切な位置で主柱33に鉛直モジュールフレーム24をボルト・ナット38と溶接により接続し、また、図26(図2の楕円B部分のモジュール20内側の鉛直二方向切断面の斜視図)に示すように主梁34に水平モジュールフレーム25をボルト・ナット38と溶接により接続する。

- [0090] さらに、図27(図2の楕円A部分のモジュール20内側の鉛直方向切断面の斜視図)にガス流路のガス流れに直交する方向(幅方向という)に並列配置する2個のモジュール20の各水平モジュールフレーム25の隣接部分を示すように、各モジュール20の水平モジュールフレーム25部分が共に一つの底壁部柱36に載置される。
- [0091] なお、図28(図2の楕円C部分のモジュール20内側の鉛直方向の二方向切断面の斜視図)には、ガス流路の幅方向に並列配置する2個のモジュール20およびガス流路のガス流れ方向に隣接配置される2つのモジュール20の水平モジュールフレーム25部分を示す。
- [0092] 前記図25～図28に示す斜視図では、互いに主柱33と主梁34に鉛直、水平モジュールフレーム24、25が溶接などで接続された後に、各モジュール20の隣接する間隙部には保温材13'及び／又はケーシング1'(ライナー12は図示せず)で埋められる。
- [0093] ガス流路の幅方向に並列配置する2個のモジュール20がHRSGの強度部材(主柱33、主梁34、底壁部柱36及びサイドサポート37)に溶接接続された後のガス流れ方向から見た側面図は図2に示す通りである。
- [0094] こうして、前記伝熱管群パネルモジュール20をHRSGの建設現場で据え付けるとHRSGのケーシング1と共に伝熱管群パネル23の設置が完了することになる。
- [0095] 本実施の形態により、HRSGのケーシング1の内部上方での危険な建設作業が無くなり、足場の設置及びその解体作業も不要となり、HRSGのケーシング1の内側に容易に、かつ短時間で伝熱管群パネル23を設置できるので短い工期でHRSGを建設できる。
- [0096] また、本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管群パネル23のみを図29の斜視図と図30の平面方向の断面図で示すが、伝熱管群パネル23のガス流れに沿った側面にバッフルプレート28を設け、さらにガスのショートパスを防止するガスショートパス防止板29を設けた。
- [0097] 各伝熱管群パネル23の両側面にはバッフルプレート28が設けられ、伝熱管群パネル23とケーシング1との隙間からガスがショートパスすることを防止しているが、本実施例のように排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管群パネル23同士

の間隙をバッフルプレート28だけで埋めることはできない。これは、伝熱管群パネル23の据付作業及び該パネル23の熱伸びを考慮して、隣接伝熱管群パネル23同士の間には隙間を設ける必要があるからである。

- [0098] 前記隙間をそのままにしておくと、この隙間をガスが通り抜け、その結果、伝熱管群パネル23を通過するガス量が減少するため回収熱量が低下するという問題が生じる。そのため、従来は、伝熱管群パネル23の間隙は伝熱管群パネル23の設置後に、図31の平面方向の断面図に示すように、隣接パネル23のバッフルプレート28同士の間隙のガス入口部及び出口部にガスショートパス防止板30を設置していた。しかし、高所を含めて高さ方向に足場を設置した後、ガスショートパス防止板30を設置するために、高所作業による作業員の落下防止等の安全対策を施すなど、据付期間が長くなっていた。
- [0099] そこで本実施例では、各伝熱管群パネル23のガス入口部及び出口部に相当する位置の片側の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28にガスショートパス防止板29を予め工場等で取り付け、建設現場に持ち込み、ガスショートパス防止板29を取り付けた伝熱管群パネル23を先に据え付ける。矩形状のガスショートパス防止板29の一側面はバッフルプレート28に取り付け、その反対側の側面はフリーにしておく。
- [0100] ガスショートパス防止板29を取り付けた伝熱管群パネル23を建設現場で据え付けた後、並列配置される他方のガスショートパス防止板29のない伝熱管群パネル23を据え付けるが、このとき、前記ガスショートパス防止板29が、他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に接触するように他方の伝熱管群パネル23を据え付ける。
- [0101] こうしてガスが流れると、ガスショートパス防止板29のフリーの側面がガス入口側で他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に圧接するので、前記2つの伝熱管群パネル23間の隙間が無くなり、ガスのショートパスが無くなる。
- [0102] また、ガスショートパス防止板29のフリーにした側面を折曲形状にしておくと、ガス流が効率良く前記折曲部に巻き込まれるので、より確実に他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28にガスショートパス防止板29が押圧され、前記隙間を無くし、ガスのショートパスを確実に防止できる。
- [0103] このように、各伝熱管群パネル23の両側面に設けられたバッフルプレート28にガス

ショートパス防止板29を機器製造工場等で予め取り付けしておくことで、HRSG建設現場での取り付け川の足場を組む必要が無くなり、ガスショートパス防止板29の据付期間の短縮と、据付作業の安全性を図った。

産業上の利用可能性

- [0104] 本発明によれば、HRSGの主柱33と主梁34などの強度部材であるメインフレームの一部となるモジュールフレーム24、25を伝熱管群パネルモジュール20の構成部材とする構成を採用することで、輸送時のコストは主柱33、主梁34などのHRSGのメインフレームがない分低減され、また建設後に廃棄する部材はほとんど発生しない。
- [0105] また、排熱回収ボイラの伝熱管群パネルモジュール20を建設現場に据え付ける場合に各モジュール20間および該モジュール20とHRSGの前記メインフレームとの連結部にHRSG建設現場での据付性の高い構造を適用できる。
- [0106] また、HRSGの建設現場に予め設ける強度部材の底壁部柱36を主柱33より幅広とすることで伝熱管群パネルモジュール20の据付作業を低減でき、複合発電プラントの建設工程の合理化が図れると共に現地据付コストを低減することができる。
- [0107] さらに、モジュールフレーム24、25はHRSGの建設後には、主柱33、主梁34などのHRSGのメインフレームの一部となるので、建設後に廃棄する部材はほとんど発生しない利点がある。
- [0108] また、伝熱管群パネルモジュール20の輸送時には隣接する伝熱管6同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート18とケーシング1との間に揺れ止め用固定部材26、61を配置するので輸送時の伝熱管群パネルモジュール20の損傷を防ぐことができ、遠隔地への伝熱管群パネルモジュール20の輸送が容易となる。
- [0109] さらに、炉幅方向(ガス流れに直交する方向)における隣接配置される二つの伝熱管群パネル23の間であって、一方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に一側面部が接続され、他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に他の側面部が接触するガスショートパス防止板29を取り付け、特に伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に接触するガスショートパス防止板29の側面部をガス流路内のガス流れ上流側に折り曲げておくと、二つの伝熱管群パネル23の間からガスがショートパスすることがなくなり、ガスの保有熱を有効に回収することができる。

[0110] また、予め一方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28にガスショートパス防止板29の一側面部を取り付けておくと、IIRSGの建設現地では炉内足場無しでガスショートパス防止板29を有する伝熱管群パネル23を設置できるので、据付工事期間が短縮され、高所作業が無くなるため据え付け作業の安全上も好ましい。

請求の範囲

- [1] 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路内に多数の伝熱管6を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュールであって、
- 多数の伝熱管6と該伝熱管6の上部と下部の管寄せ7、8と伝熱管6の長手方向を横断する方向に隣接する伝熱管6同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート18を備え、かつガス流れに沿う方向に複数配置した伝熱管群パネル23と、
- 前記複数の伝熱管群パネル23の天井壁部、底壁部およびガス流れに沿う両側壁部からなる外周部を覆う保温材13を内側に取り付けた前記ガス流路を構成するケーシング1と、
- ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部となるケーシング1の天井壁部外側に設けられた伝熱管群パネル支持梁22と、
- 上部管寄せ7を吊り下げるためにケーシング1の天井壁部を貫通して上部管寄せ7と伝熱管群パネル支持梁22を接続した管寄せサポート11と、
- ボイラ建設現地での据え付け時に両側壁部となるケーシング1の両側壁部の外側に設けた伝熱管群パネル23の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム24と、
- ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部及び底壁部となるケーシング1の各天井壁部外側と底壁部外側に設けた伝熱管群パネル23の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム25と、
- を備えた伝熱管群パネルモジュール20を一モジュール単位として排熱回収ボイラの設計仕様に従って適切なサイズで必要な個数分作製し、
- 予め排熱回収ボイラの建設現地において主柱33、主梁34及び底壁部柱36を含む前記伝熱管群パネルモジュール20支持用のメインフレームを建設しておき、
- 排熱回収ボイラの建設現地において前記各伝熱管群パネルモジュール20を隣接する二つの主柱33の間から挿入して主梁34の設置高さに各伝熱管群パネルモジュール20の伝熱管群パネル支持梁22を配置して、
- 鉛直モジュールフレーム24と主柱33との間、天井壁部側の水平モジュールフレー

ム25と主梁34との間及び底壁部側の水平モジュールフレーム25と底壁部柱36との間をそれぞれ接続固定することを特徴とする排熱回収ボイラの建設方法。

- [2] 前記排熱回収ボイラの建設現地では、ガスの流れに直交する方向の面の水平方向の幅を主柱33のそれより広くした底壁部柱36を前記幅方向に少なくとも各伝熱管群パネルモジュール20の底壁部コーナ部が載置できる個数分を配置し、少なくとも両側壁部の底壁部柱36の幅広部分の上に主柱33と鉛直モジュールフレーム24の下端部を載置することを特徴とする請求項1記載の排熱回収ボイラの建設方法。
- [3] 前記一モジュール単位の伝熱管群パネルモジュール20の輸送時に前記防振サポート18と両側壁部となるケーシング1の間および下部管寄せ8とケーシング1との間に防振用の固定部材26, 61を配置することを特徴とする請求項1記載の排熱回収ボイラの建設方法。
- [4] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガス流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、さらに鉛直モジュールフレーム24がケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aと隣接する伝熱管群パネルモジュール20側に配置される鉛直モジュールフレーム24bからなる場合には、該伝熱管群パネルモジュール20の鉛直モジュールフレーム24aと水平モジュールフレーム25を主柱33、主梁34及び底壁部柱36を含むモジュール20支持用のメインフレームに接続し、鉛直モジュールフレーム24bを取り外し、さらに各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられ、鉛直モジュールフレーム24a、24b間を接続する複数の補強用モジュールフレーム24cを設けている場合には、補強用モジュールフレーム24cも取り外すことを特徴とする請求項1記載の排熱回収ボイラの建設方法。
- [5] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、該伝熱管群パネルモジュール20の天井壁部となるケーシング1の端部内側と側壁部となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59a、59aと、底壁部側となるケーシング1の端部と側壁部となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面

側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59b, 59bをそれぞれ配置した場合には、該耐震ブレース59a, 59bを各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時とボイラ建設現地での据え付け時だけでなく、ボイラ据え付け完了後にもそのまま取り外すことなく使用することを特徴とする請求項1記載の排熱回収ボイラの建設方法。

- [6] 各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時には前記耐震ブレース59a, 59bと伝熱管群パネル23のガス流れ方向の表面と裏面との間隔を保持する輸送用スペーサ63を配置することを特徴とする請求項5記載の排熱回収ボイラの建設方法。

- [7] 各伝熱管群パネルモジュール20が、排熱回収ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなり、該伝熱管群パネルモジュール20の天井壁部側となるケーシング1の端部と底壁部側となるケーシング1の端部とを第1輸送用補強部材70で取り外し自在な結合方法で結合し、該第1輸送用補強部材70と側壁部側となるケーシング1の間を複数本の第2輸送用補強部材71で取り外し自在な結合方法で結合した場合には、各伝熱管群パネルモジュール20の輸送時とボイラ建設現地での据え付け時には第1輸送用補強部材70と第2輸送用補強部材71はそのままとし、前記据え付け完了後には取り外すことを特徴とする請求項1記載の排熱回収ボイラの建設方法。

- [8] 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路内に多数の伝熱管6を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュールであって、

多数の伝熱管6と該伝熱管6の上部と下部の管寄せ7、8と伝熱管6の長手方向を横断する方向に、隣接する伝熱管6同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート18を備え、かつガス流れに沿う方向に複数配置した伝熱管群パネル23と、

前記複数の伝熱管群パネル23の天井壁部、底壁部およびガス流れに沿う両側壁部からなる外周部を覆う保温材13を内側に取り付けた前記ガス流路を構成するケーシング1と、

ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部となるケーシング1の天井壁部外側に設けられた伝熱管群パネル支持梁22と、

上部管寄せ7を吊り下げるためにケーシング1の天井壁部を貫通して上部管寄せ7と伝熱管群パネル支持梁22を接続した管寄せサポート11と、

ボイラ建設現地での据え付け時に両側壁部となるケーシング1の外側に設けた伝熱管群パネル23の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム24と、

ボイラ建設現地での据え付け時に天井壁部及び底壁部となるケーシング1の天井壁部外側と底壁部外側に設けた伝熱管群パネル23の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム25とを備え、

排熱回収ボイラの建設現地での据え付け時に、該ボイラのガスの流れに直交する面の水平方向に2以上隣接配置される大きさからなる伝熱管群パネルモジュール20を一モジュール単位とし、予め排熱回収ボイラの建設現地において建設される支柱33、主梁34及び底壁部柱36を含むモジュール支持用のメインフレームの中の支柱33と前記鉛直モジュールフレーム24との間、主梁34と前記天井壁部側の水平モジュールフレーム25との間及び底壁部柱36と底壁部側の水平モジュールフレーム25との間をそれぞれ接続固定可能にしたことを特徴とする排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュール。

- [9] 鉛直モジュールフレーム24は、ケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aと隣接する伝熱管群パネルモジュール20側に配置される鉛直モジュールフレーム24bからなり、

さらに各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられ、鉛直モジュールフレーム24a、24b間を接続し、ボイラ据え付け後に取り外される複数の補強用モジュールフレーム24cとを備えたことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。

- [10] 鉛直モジュールフレーム24は、ケーシング1側に配置される鉛直モジュールフレーム24aからなり、

天井壁部側となるケーシング1の端部内側と側壁部ケーシング1の中央部内側とを接続し、かつ各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59a、59aと

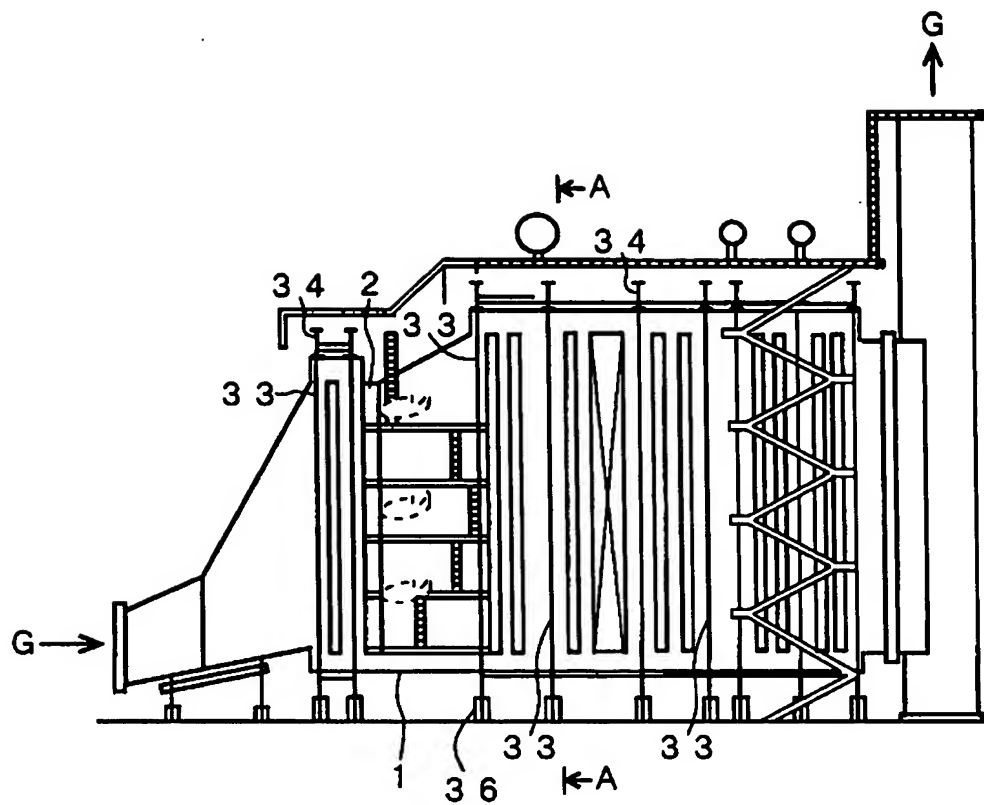
、底壁部側となるケーシング1の端部と側壁部側となるケーシング1の中央部内側とを接続し、かつガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けられる耐震ブレース59b, 59bを備えたことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。

- [11] 鉛直モジュールフレーム24は、天井壁部側となるケーシング1の端部と底壁部側となるケーシング1の端部とを結合し、ボイラへの据え付け完了後には取り外す第1輸送用補強部材70と、該第1輸送用補強部材70と側壁部側となるケーシング1の間とを結合し、ボイラへの据え付け完了後には取り外す複数本の第2輸送用補強部材71とを各伝熱管群パネルモジュール20のガス流れ方向の表面側及び／又は裏面側の伝熱管群パネル23に対向する位置に設けたことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。
- [12] 天井壁部側と底壁部側となるケーシング1の両端部と第1輸送用補強部材70との結合部および側壁部側ケーシング1と第2輸送用補強部材71との結合部は、圧縮荷重が生じる結合部分は嵌め込み式結合とし、引張荷重が作用する結合部分はボルト結合としたことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。
- [13] 天井壁部側と底壁部側となるケーシング1の両端部と第1輸送用補強部材70との結合部および側壁部側となるケーシング1と第2輸送用補強部材71との結合部は、共にボルト結合とすることを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。
- [14] 防振サポート18とケーシング1との間および下部管寄せ8とケーシング1との間に揺れ止め用固定部材26, 61を配置したことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラ建設用の伝熱管群パネルモジュール。
- [15] 各伝熱管群パネルモジュール20の伝熱管群パネル23のガス流れ方向に直交する面の両側面にはそれぞれガスパス防止用のバッフルプレート28, 28を取り付け、ガス流れに直交する面の水平方向に隣接配置される二つのモジュール20, 20の各伝熱管群パネル23, 23の間には、一方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に一側面部が接続され、他方の伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に他の側面

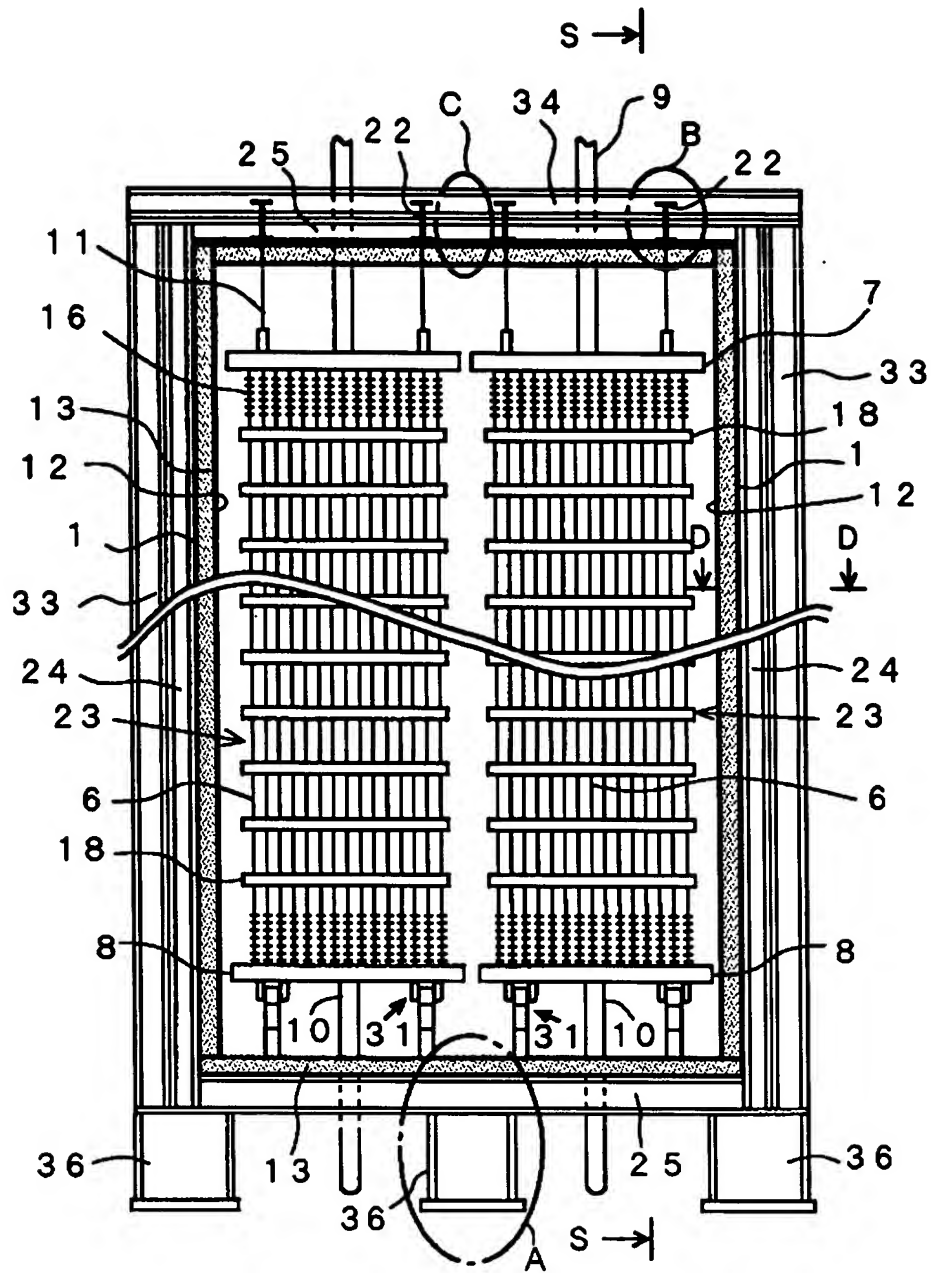
部が接触するガスショートパス防止板29を取り付けたことを特徴とする請求項8記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。

- [16] 各伝熱管群パネル23のバッフルプレート28に接触するガスショートパス防止板29の側面部をガス流れ上流側に折り曲げたことを特徴とする請求項15記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管群パネルモジュール。

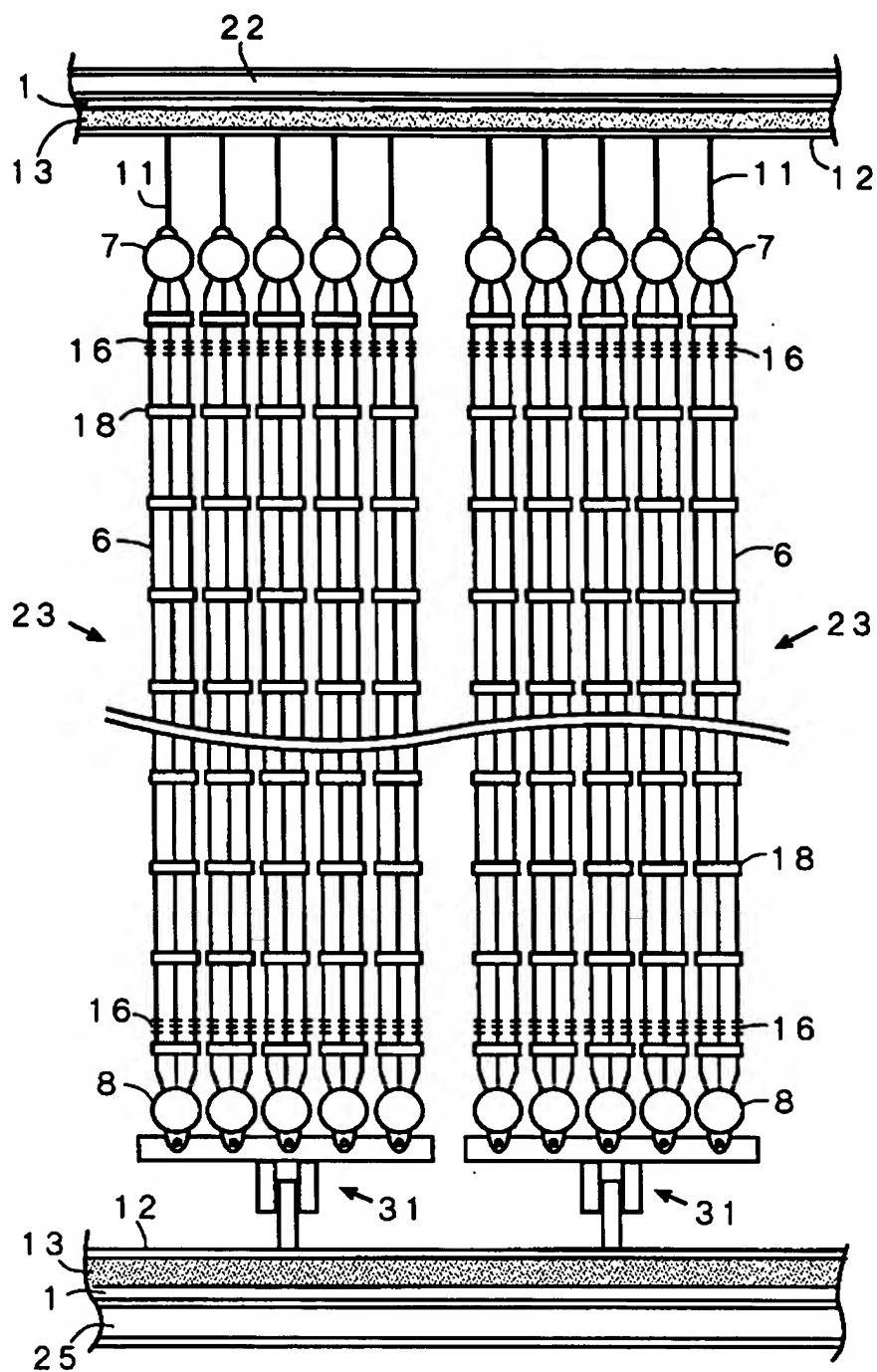
[図1]



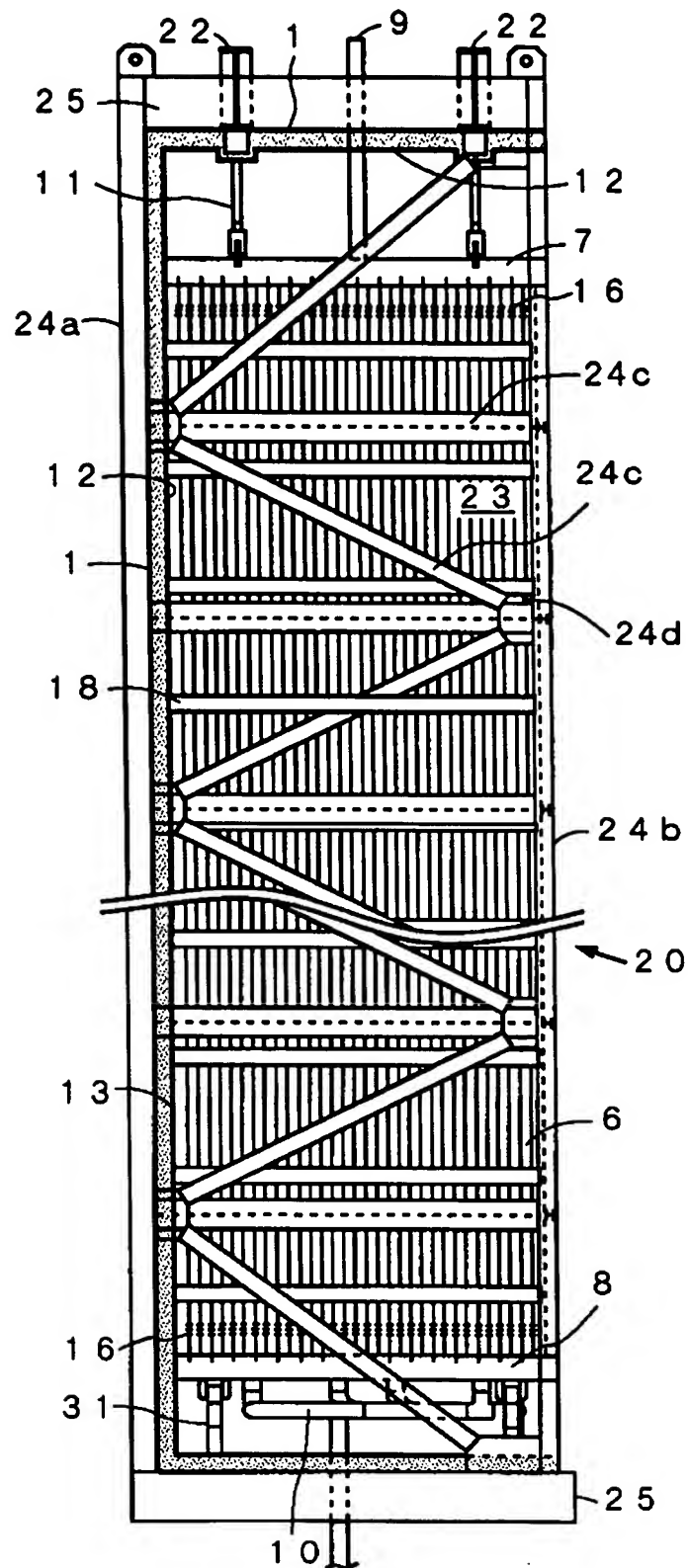
[図2]



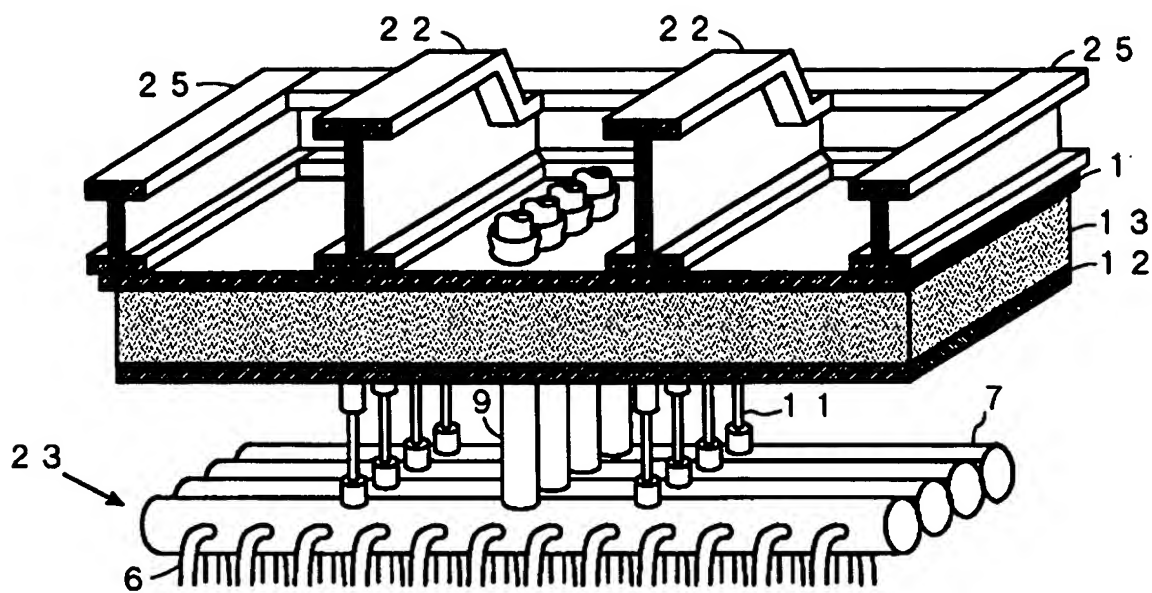
[図3]



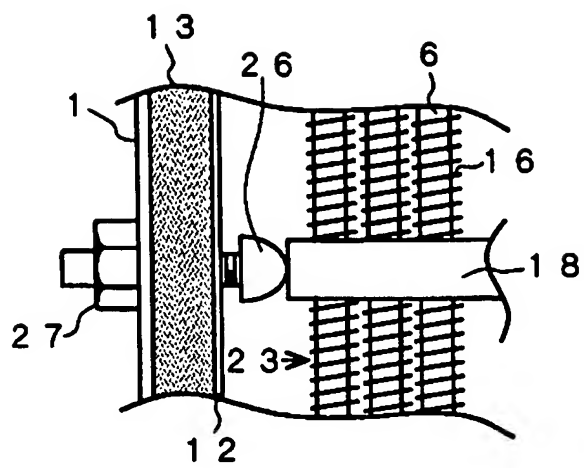
[図4]



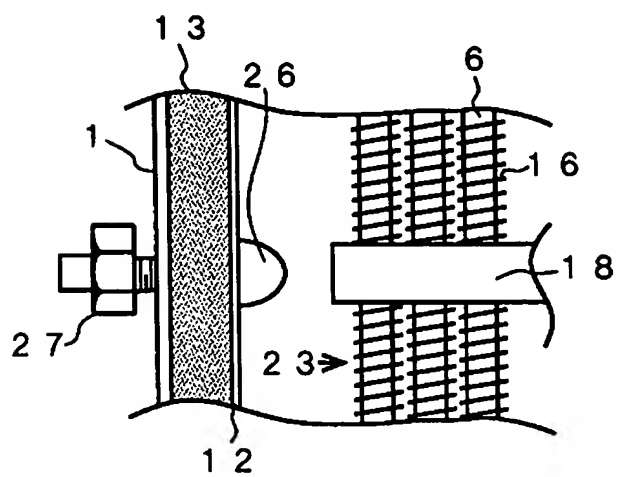
[図5]



[図6]

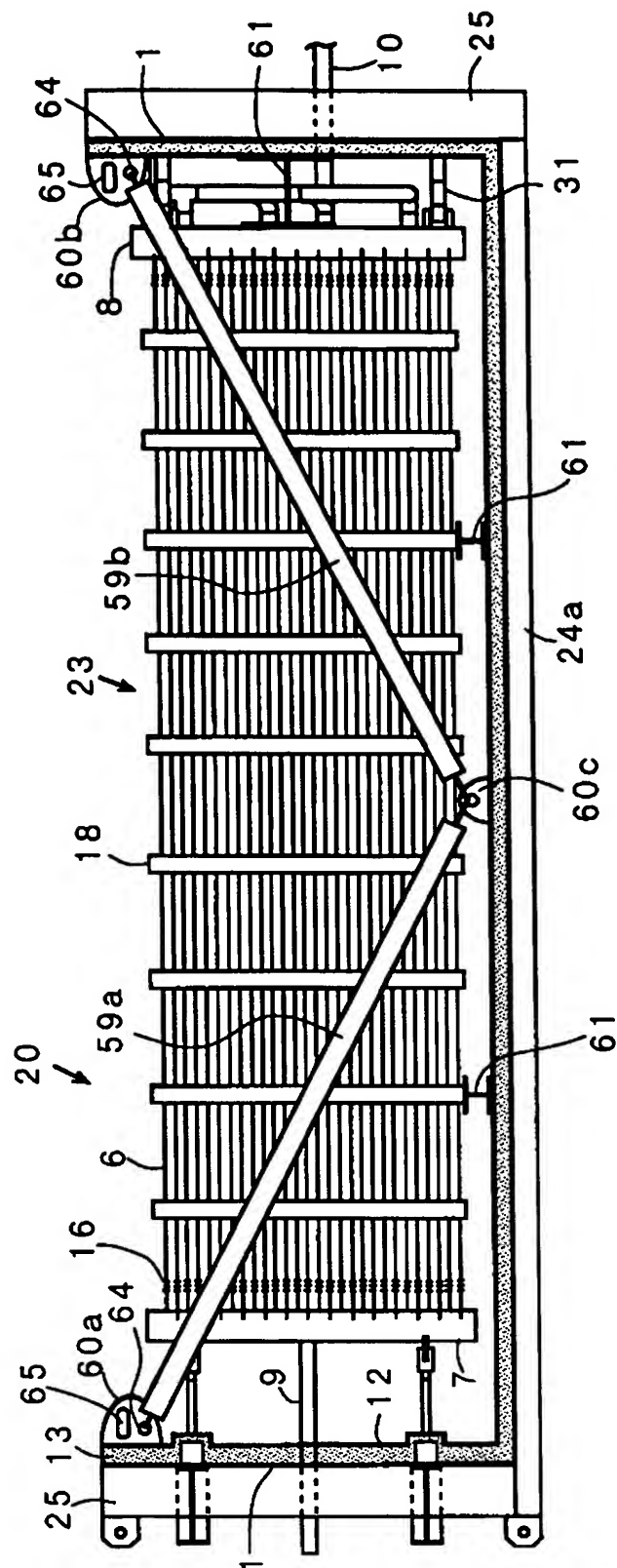


(a)

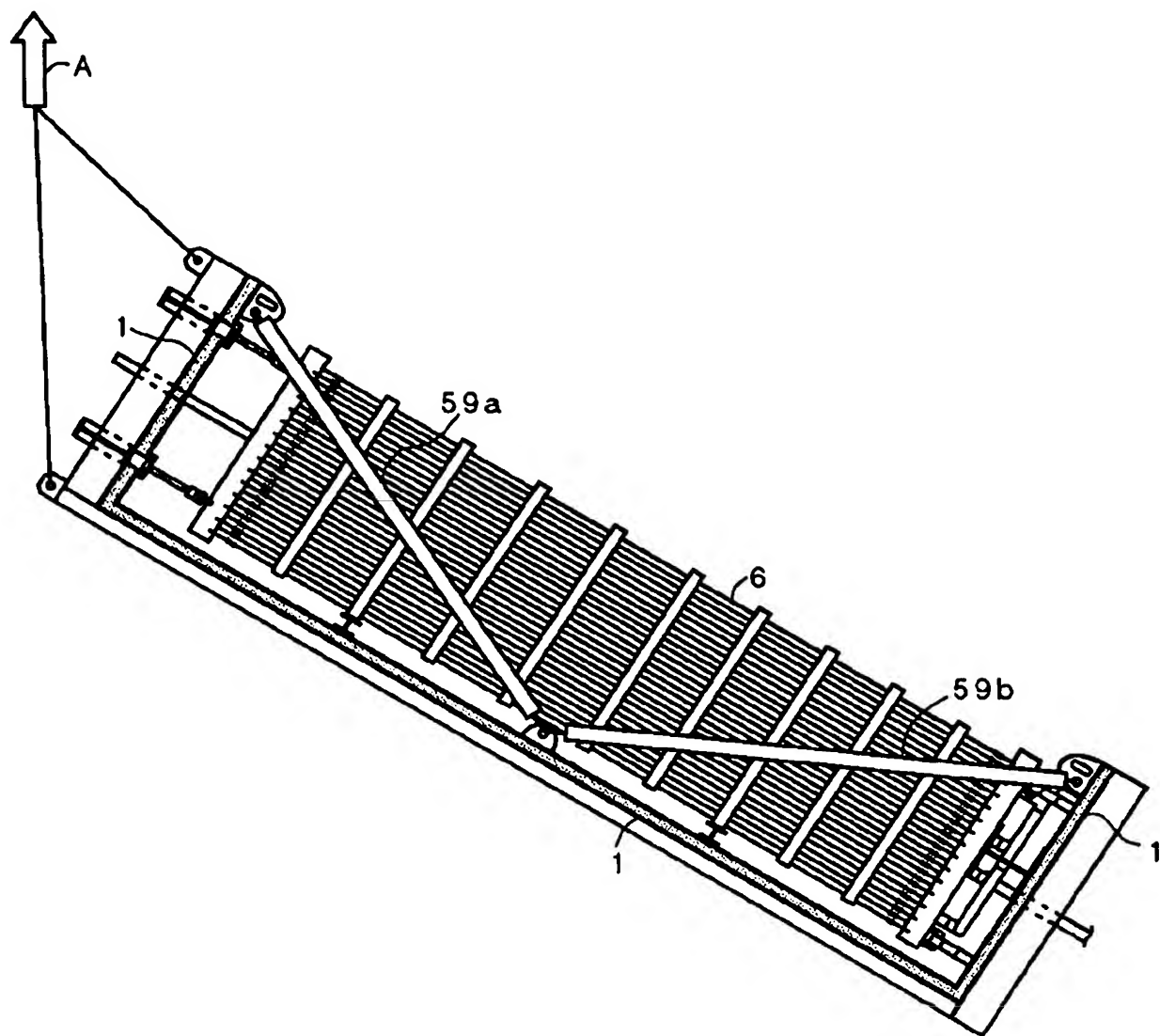


(b)

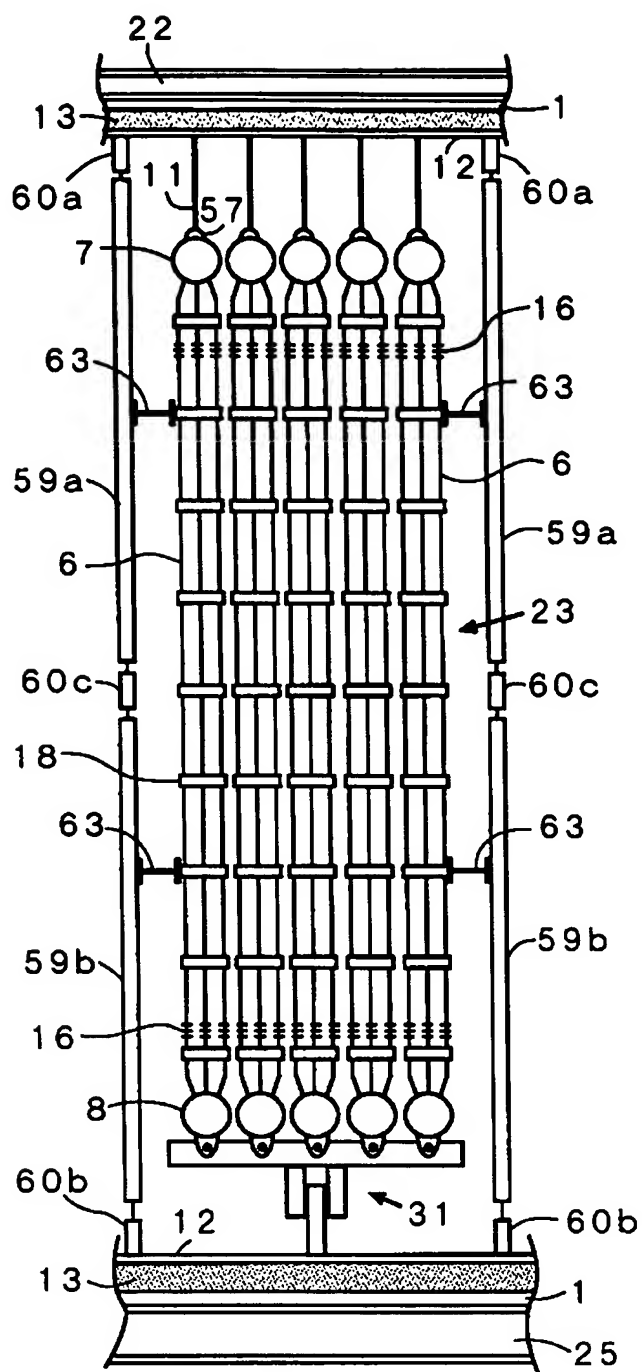
[図7]



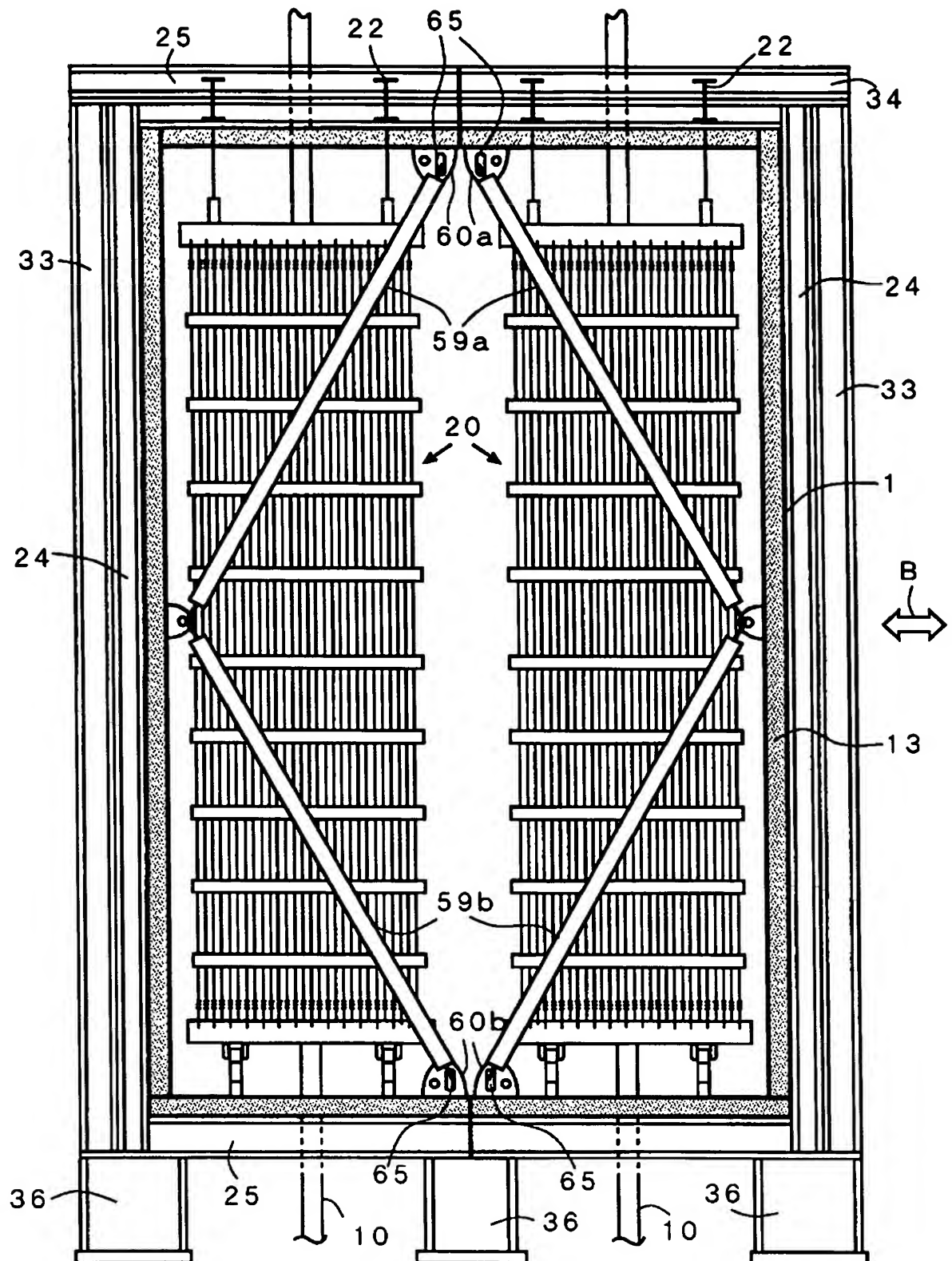
[図8]



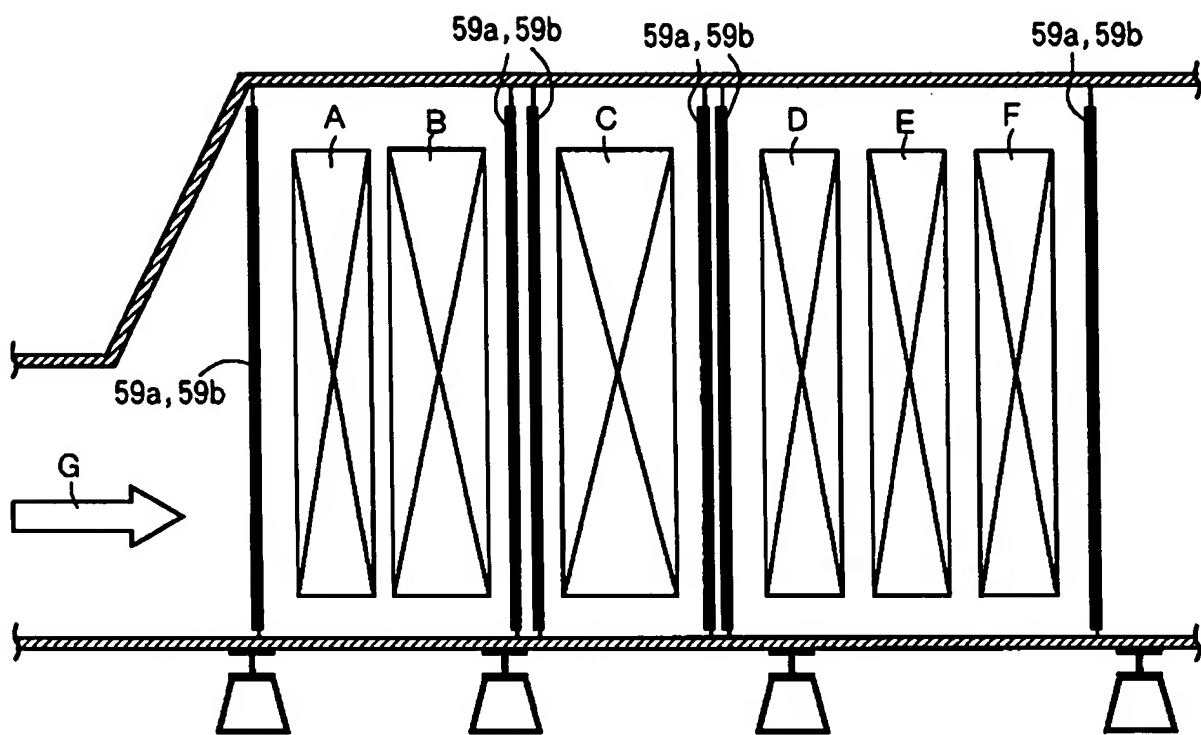
[図9]



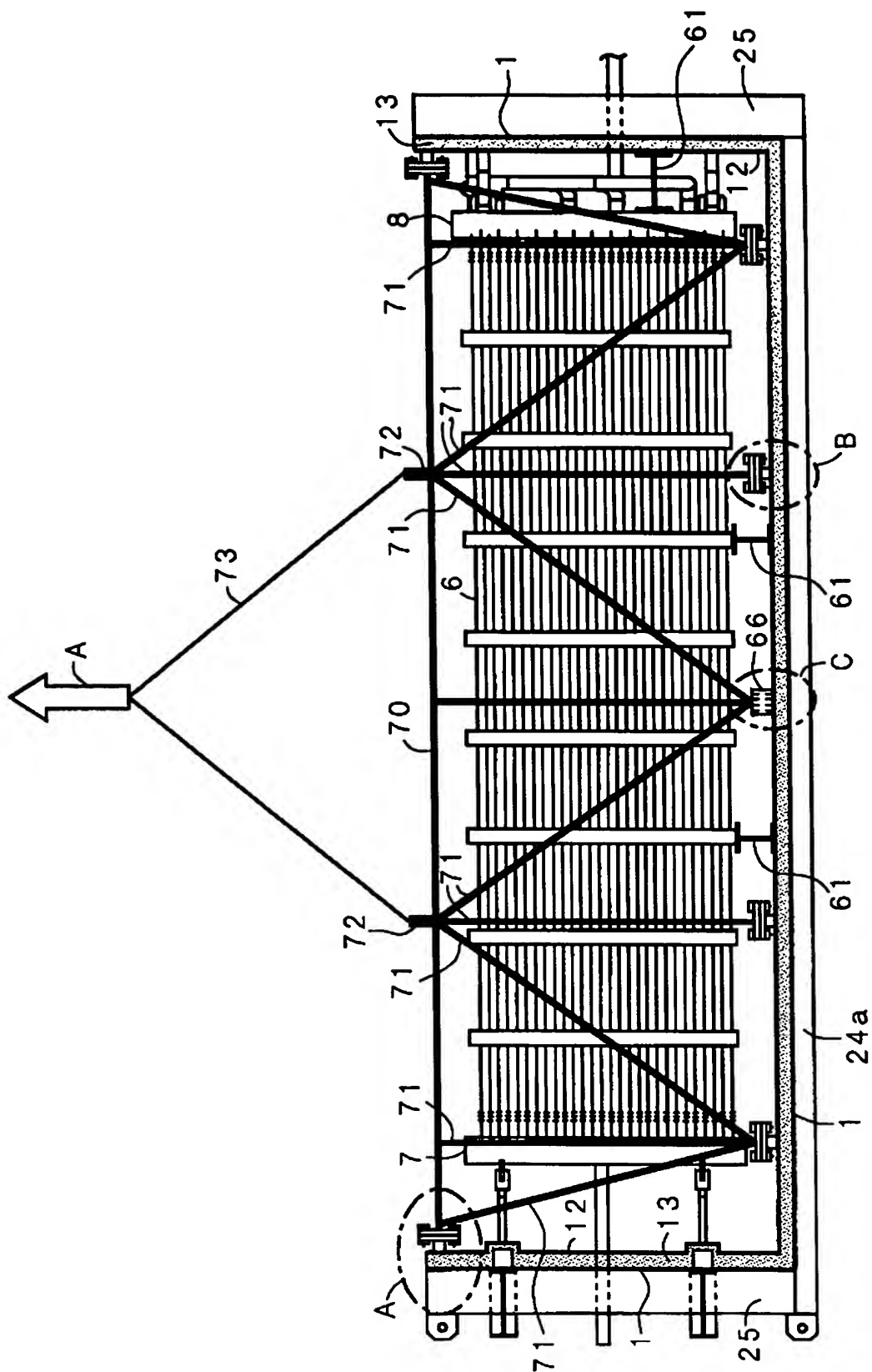
[図10]



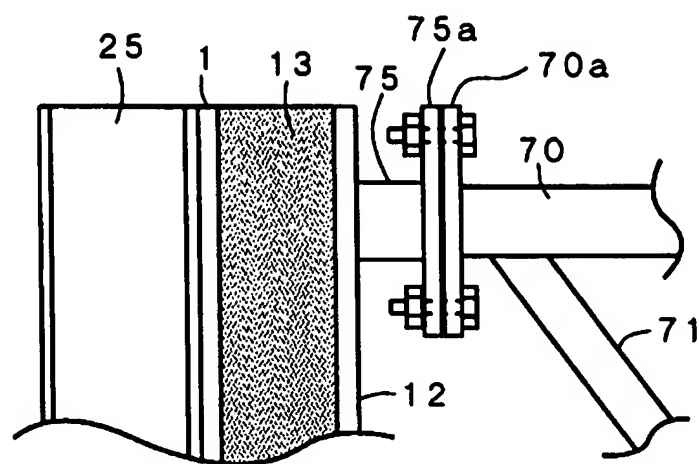
[図11]



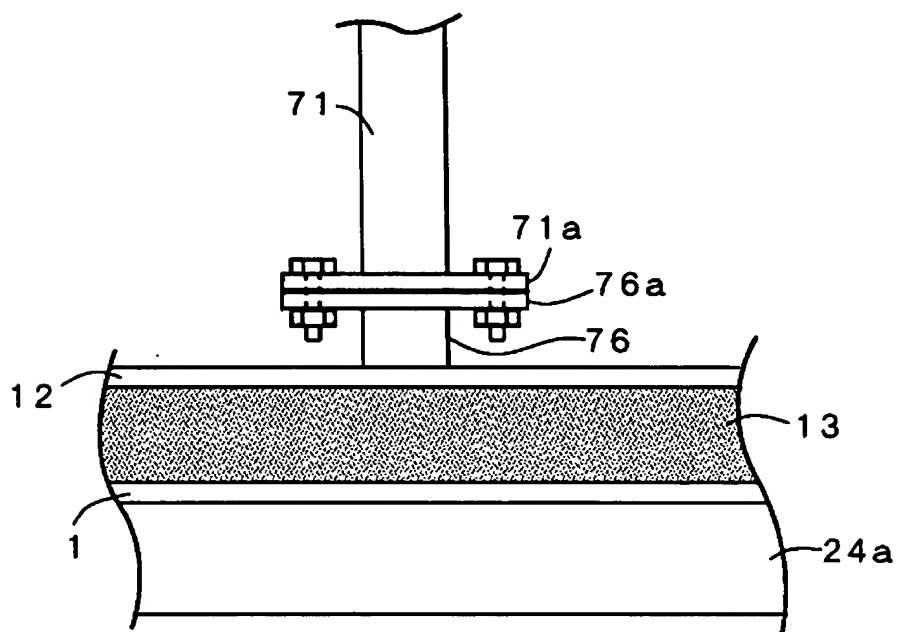
[図12]



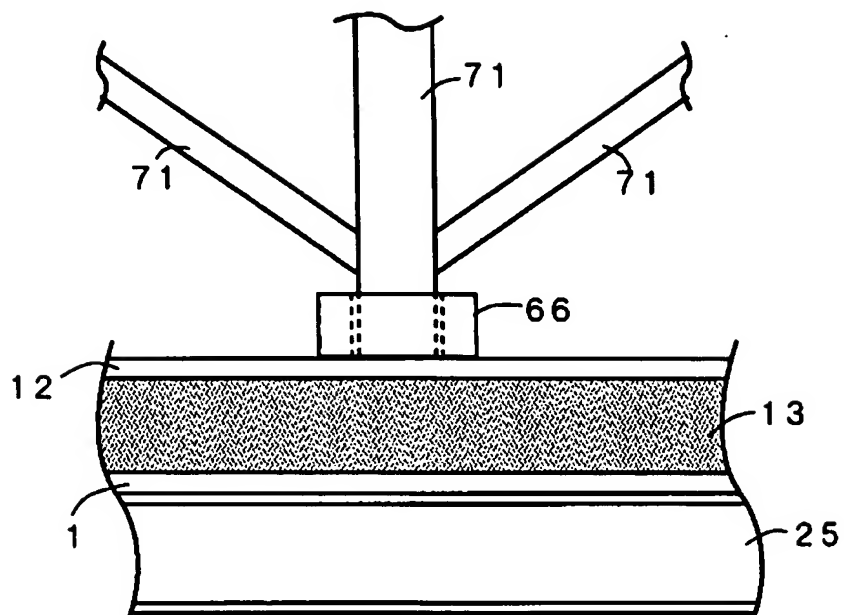
[図13]



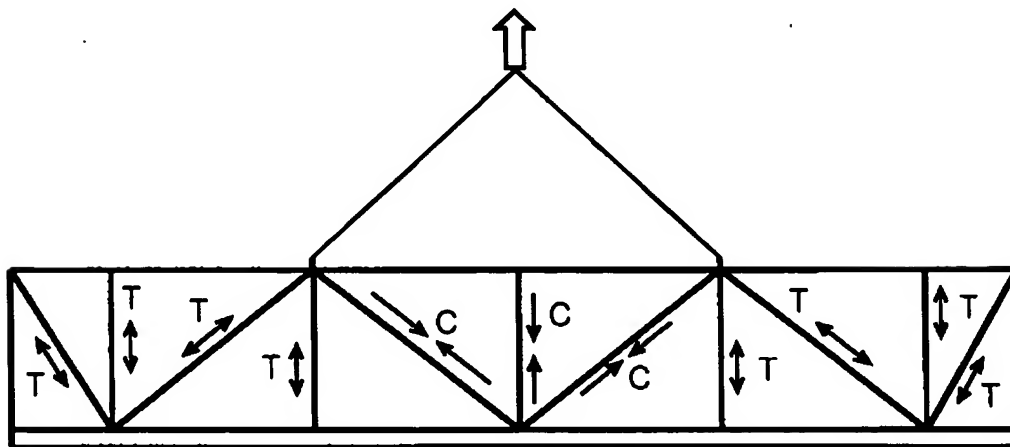
[図14]



[図15]



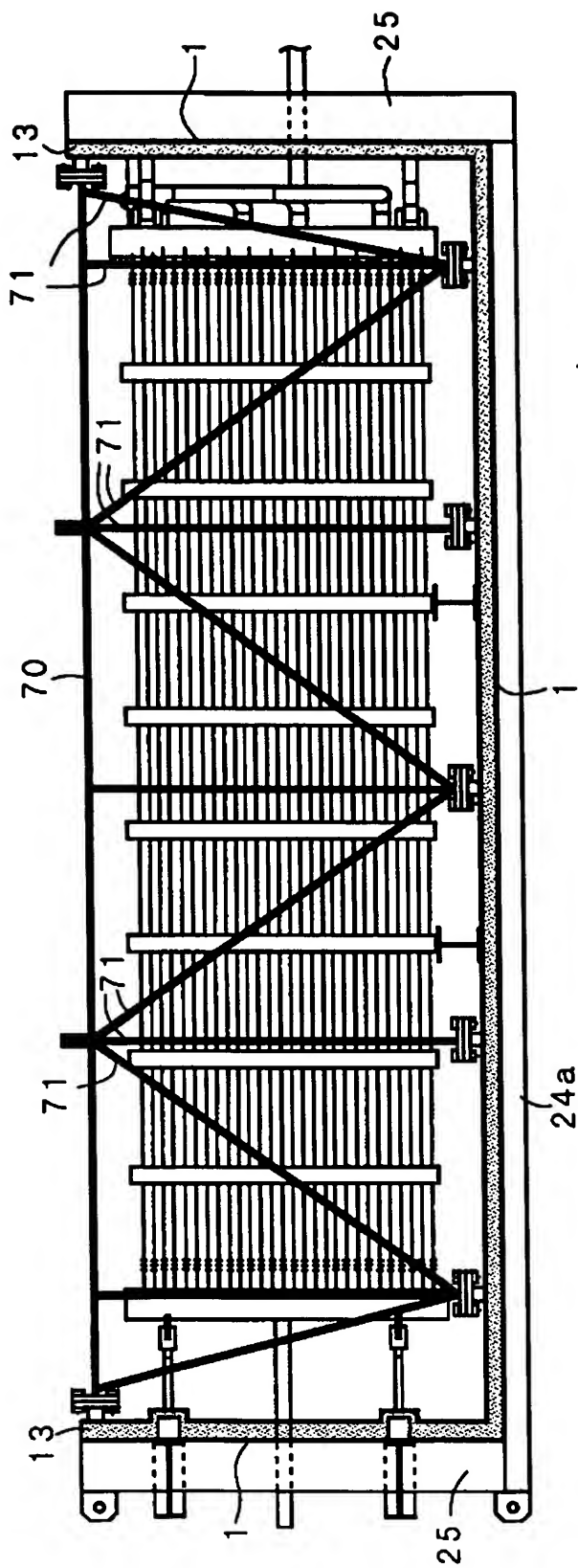
[図16]



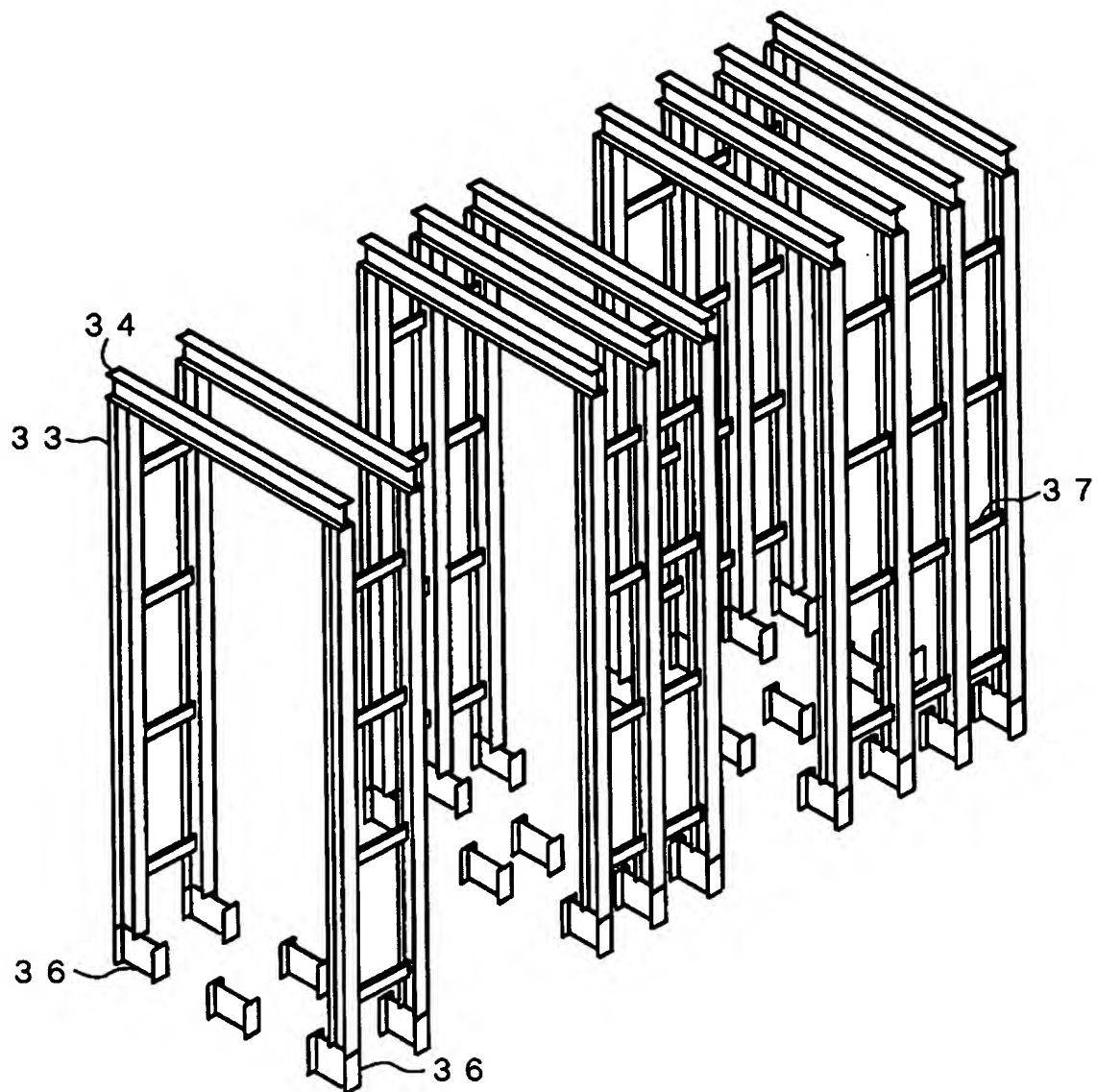
↔ T : 引張荷重

→← C : 圧縮荷重

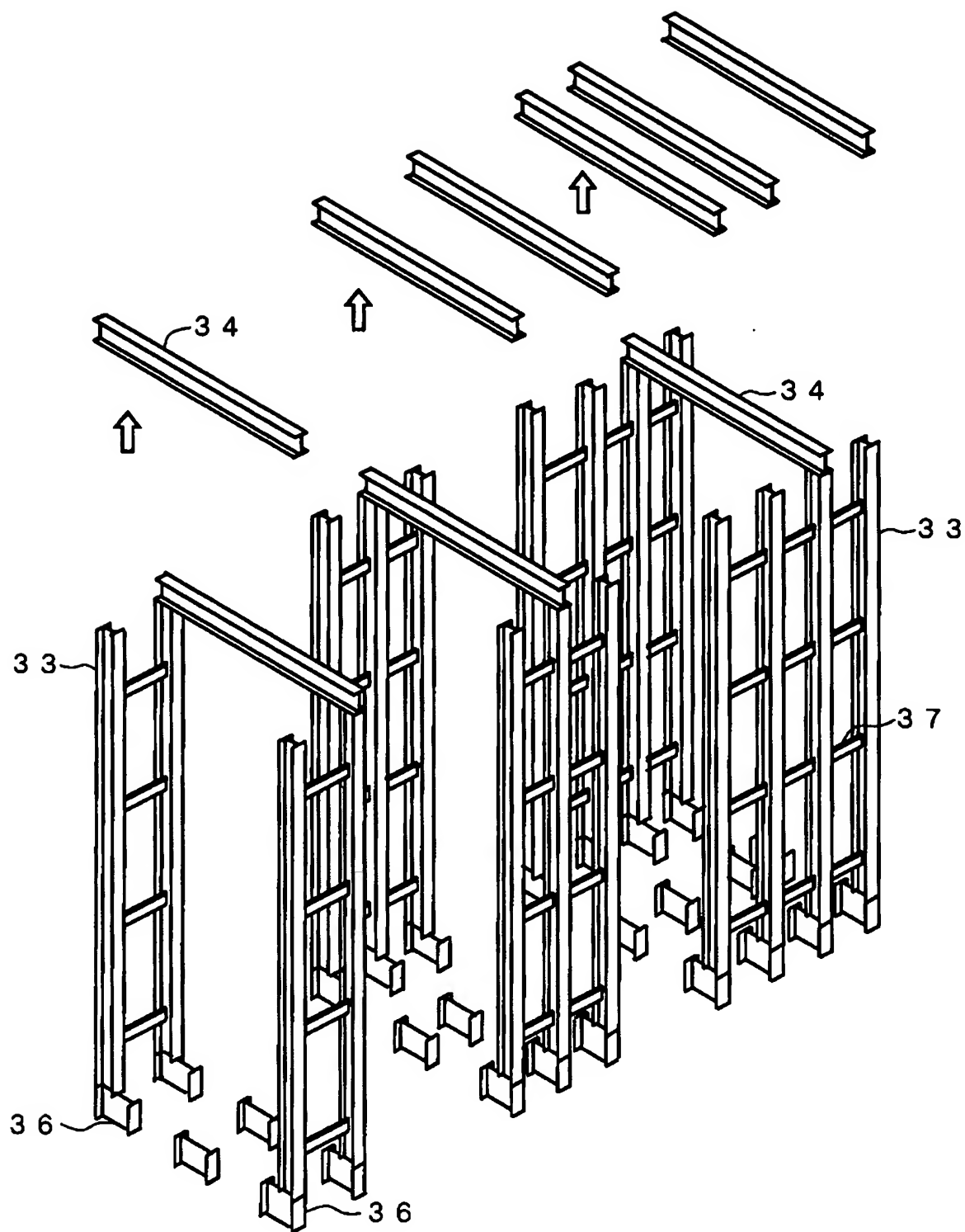
[図17]



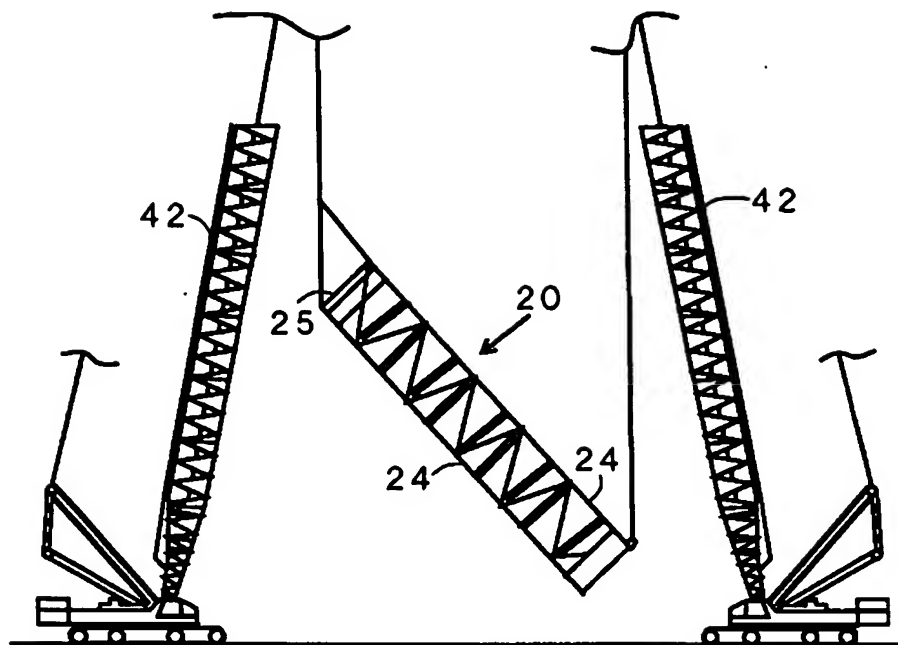
[図18]



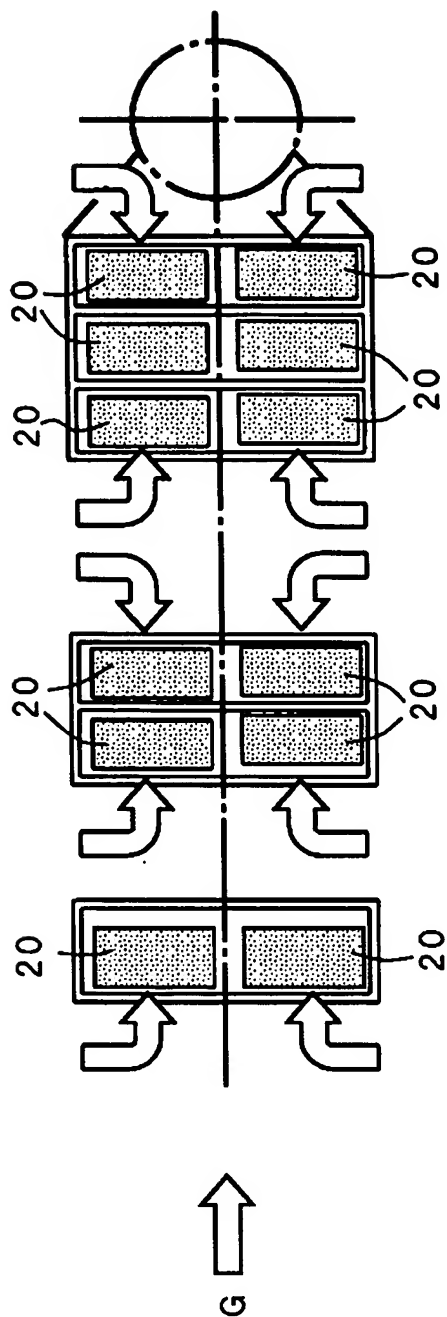
[図19]



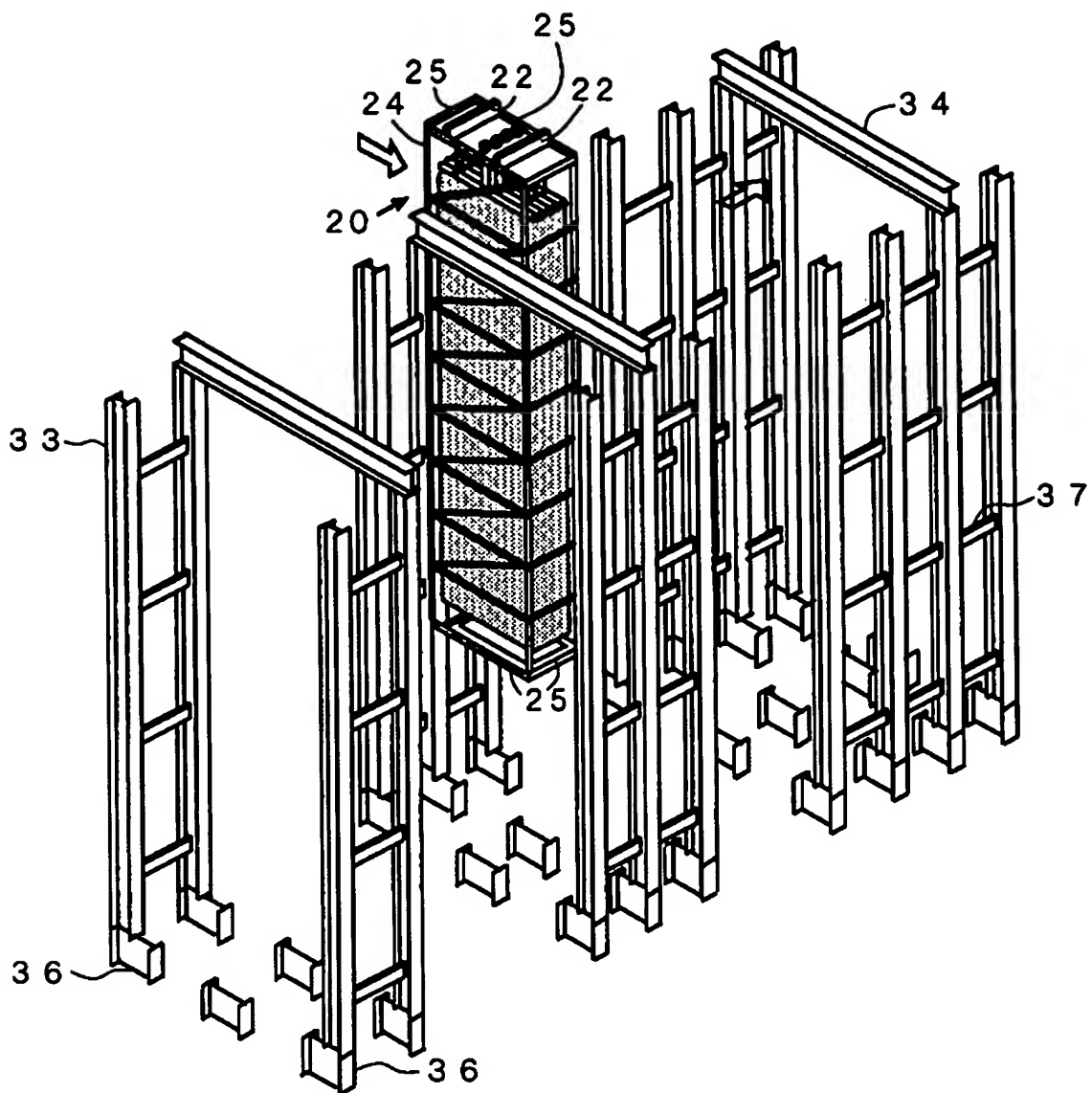
[図20]



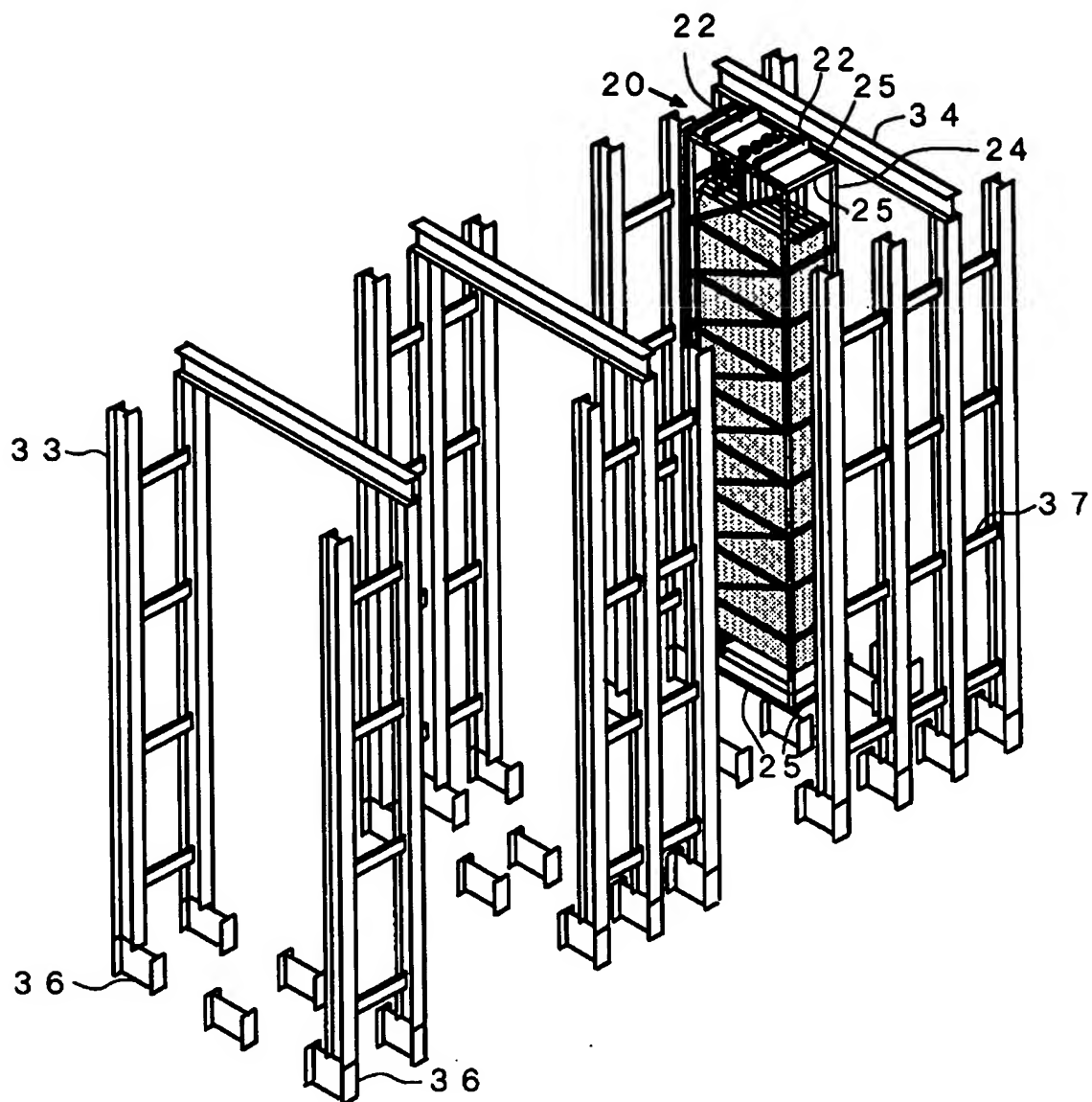
[図21]



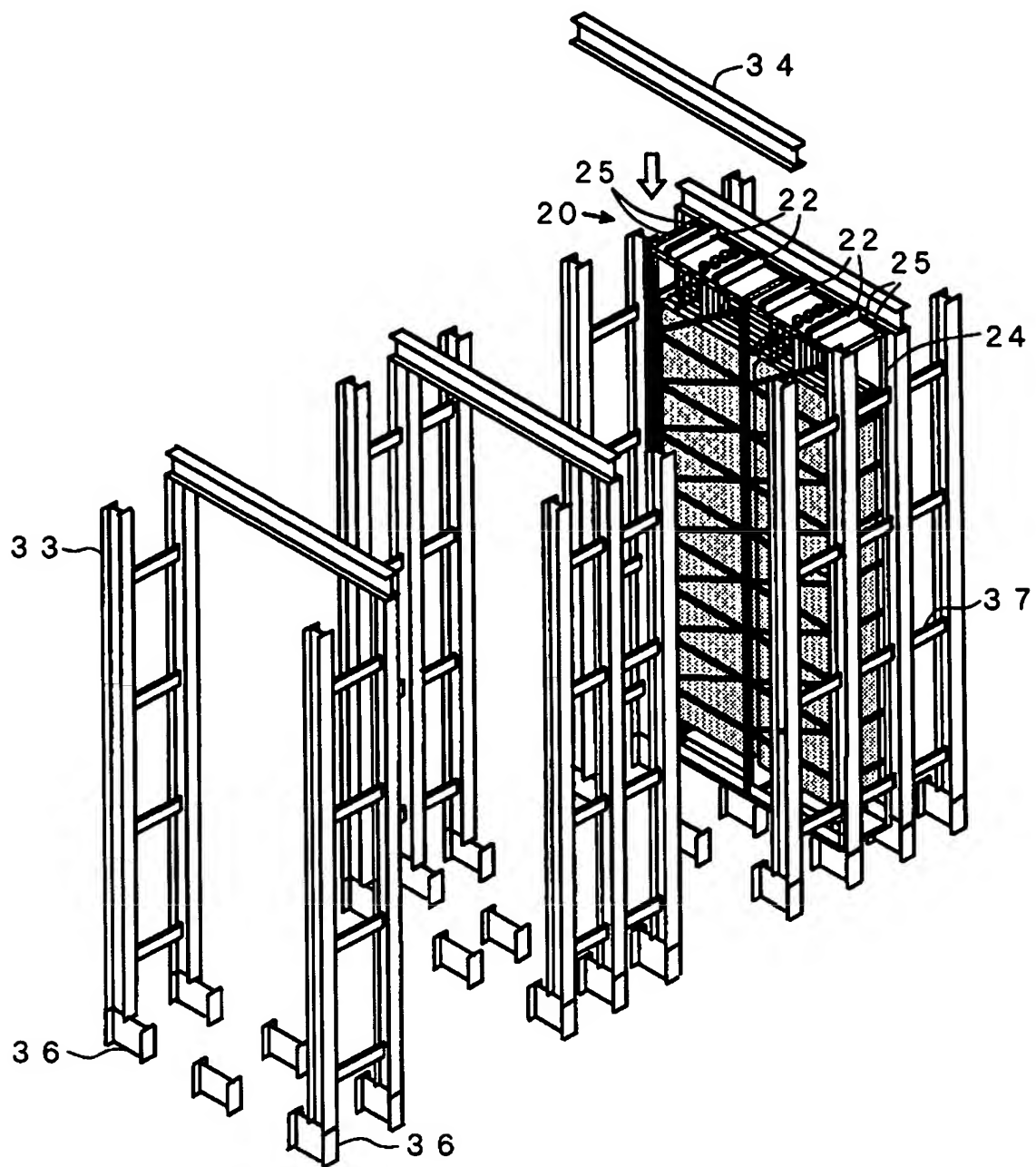
[図22]



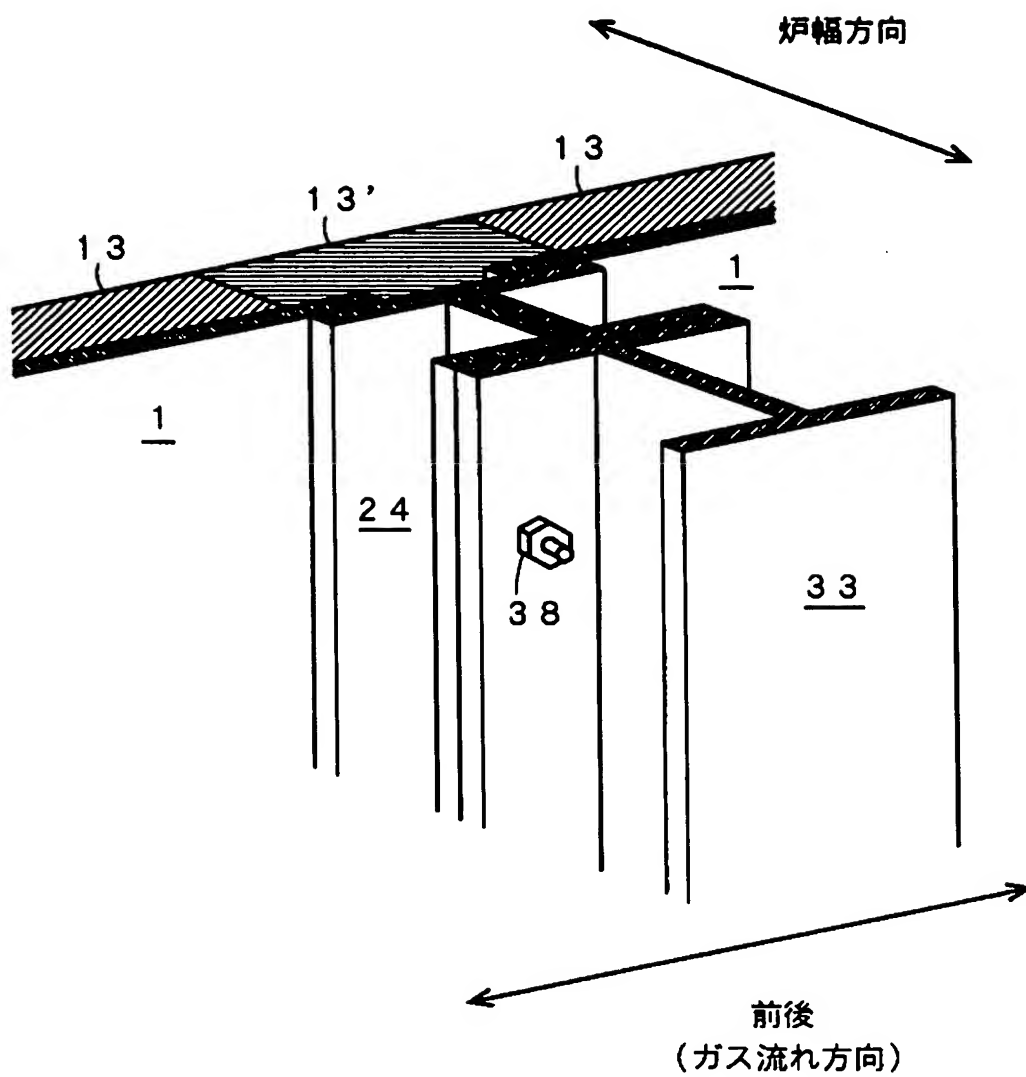
[図23]



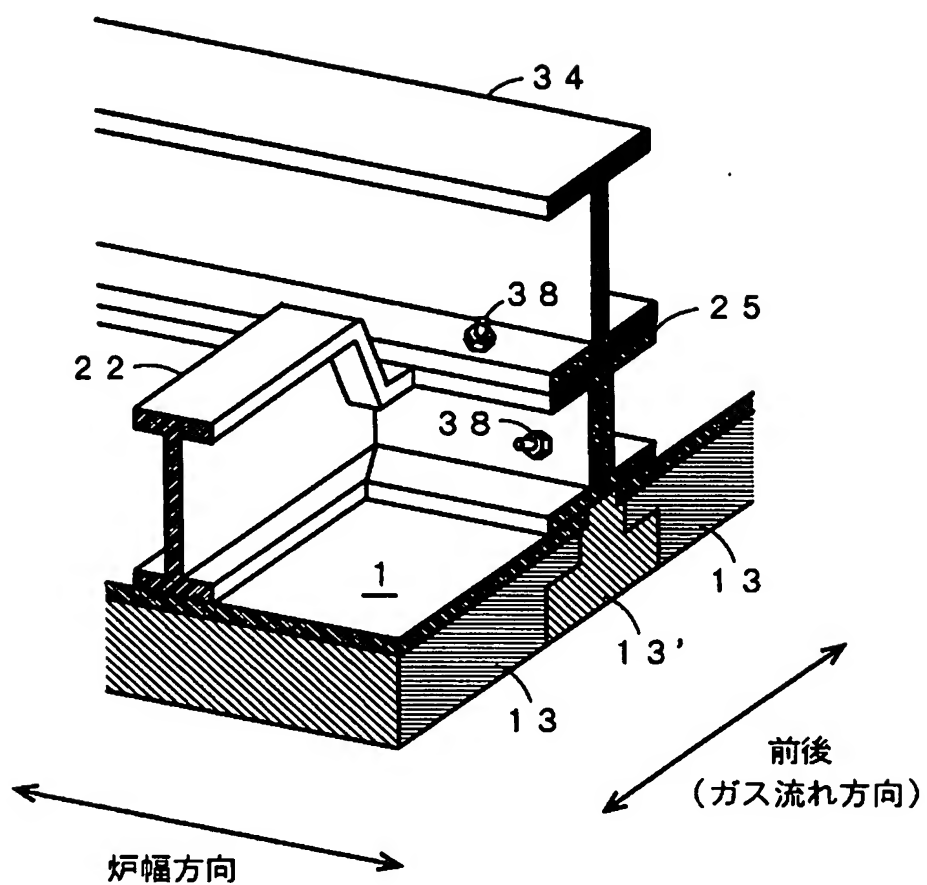
[図24]



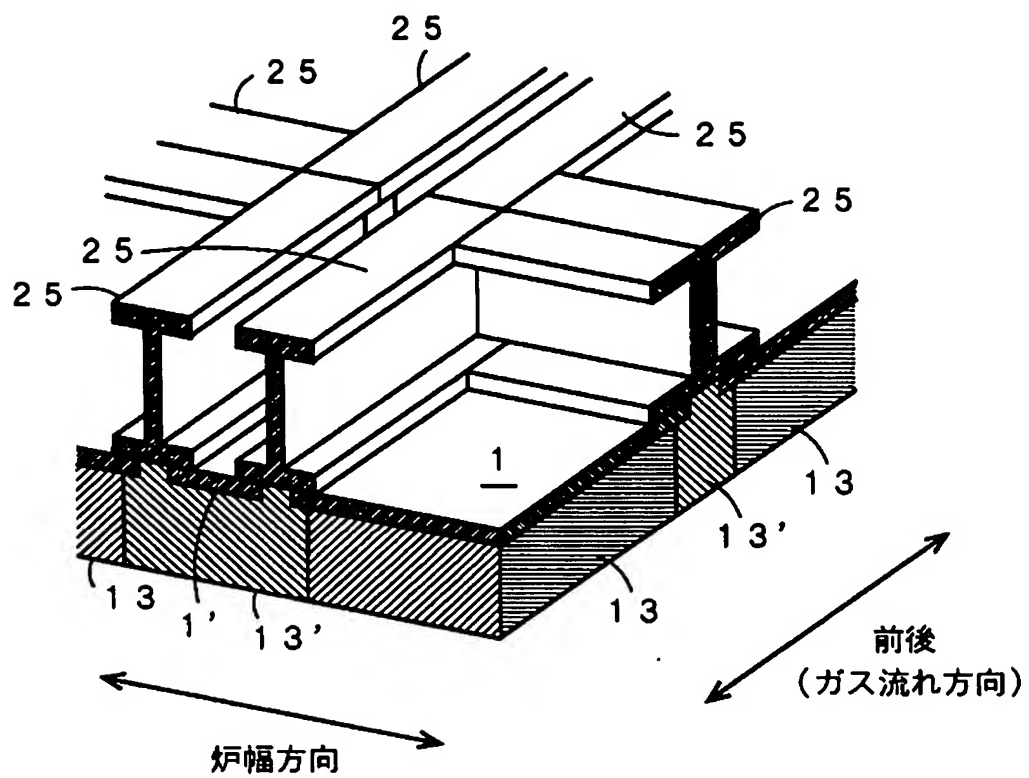
[図25]



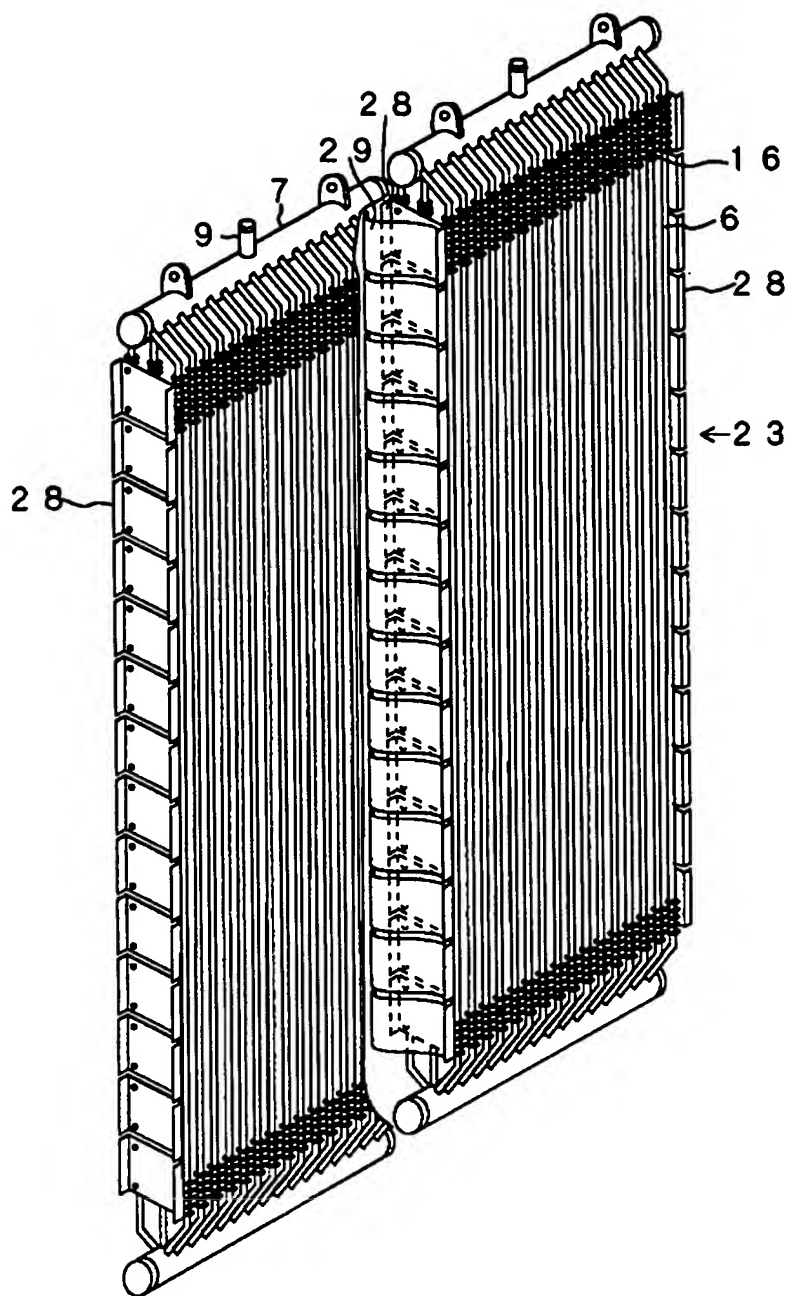
[図26]



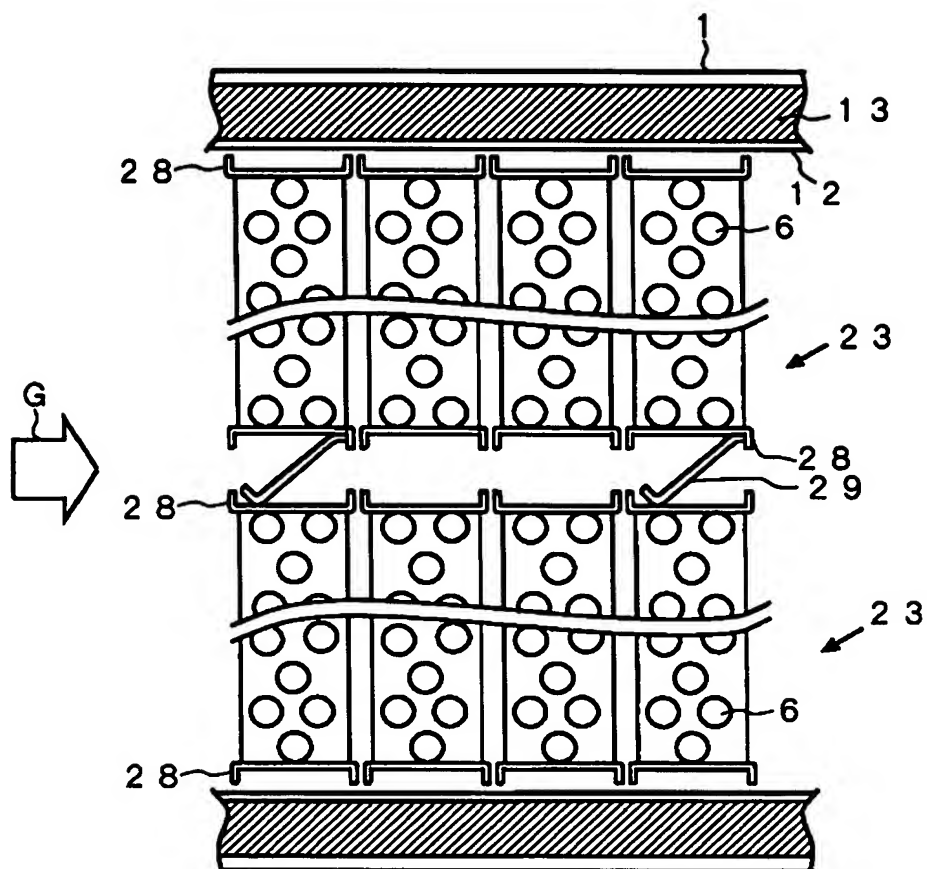
[図28]



[図29]

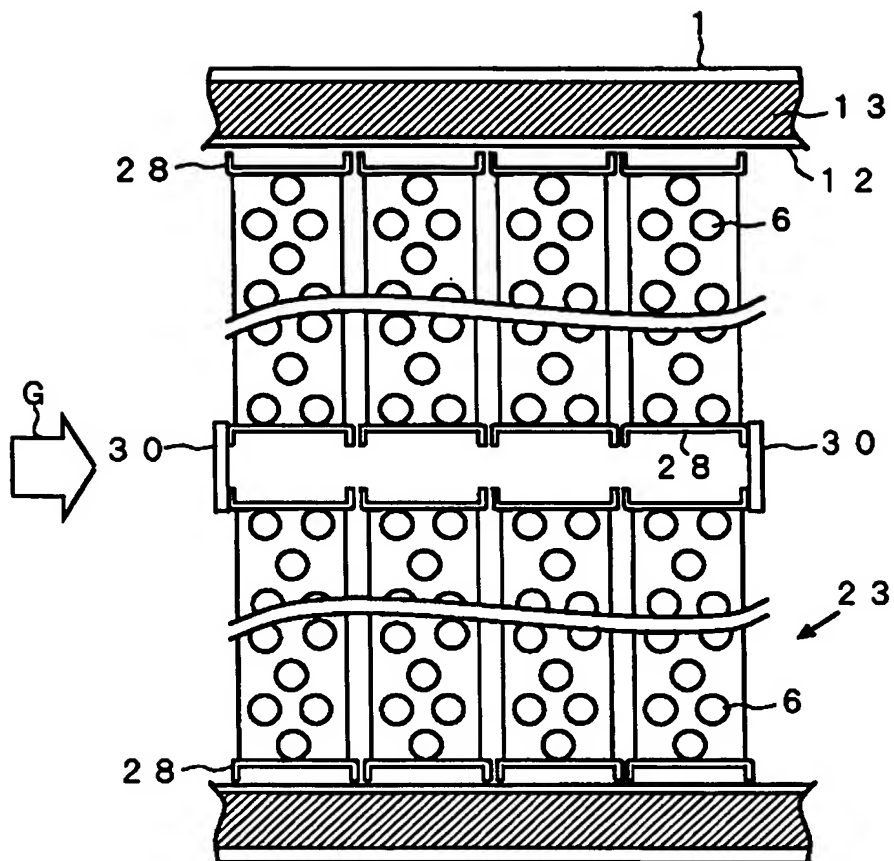


[図30]



[図31]

Prior Art



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F22B37/24, F22B1/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F22B37/24, F22B1/18Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5339891 A (The Babcock & Wilcox Co.), 23 August, 1994 (23.08.94), Column 3, line 28 to column 6, line 36; Figs. 3 to 4 & CN 1111739 A & TR 28566 A	1, 8 3, 5, 6, 10, 14-16
Y	JP 2001-41409 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 13 February, 2001 (13.02.01), Par. Nos. [0018] to [0020] (Family: none)	3, 6, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 October, 2004 (12.10.04)Date of mailing of the international search report
02 November, 2004 (02.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010721

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-266301 A (The Babcock & Wilcox Co.), 19 November, 1987 (19.11.87), Page 4, lower right column, line 3 to page 5, upper left column, line 7; Fig. 3 & US 4685426 A & CA 1270157 A & KR 9100816 B	5, 6, 10
Y	JP 2002-168403 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 June, 2002 (14.06.02), Par. No. [0033]; Figs. 6 to 7 (Family: none)	15, 16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ' F22B 37/24, F22B 1/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ' F22B 37/24, F22B 1/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 5339891 A (The Babcock & Wilcox Company) 1994. 08. 23, 第3欄第28行-	1, 8
Y	第6欄第36行, 第3-4図 & CN 1111739 A & TR 28566 A	3, 5, 6, 10, 14- 16
Y	JP 2001-41409 A (パブコック日立株式会社) 2001. 02. 13, 段落【0018】-【0020】 (ファミ リーなし)	3, 6, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 10. 2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松下 聡

3 L

3333

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 62-266301 A (ザ・バブコック・アンド・ウィルコックス・カンパニー) 1987. 11. 19, 第4頁右下欄第3行目-第5頁左上欄第7行目, 第3図 & US 4685426 A & CA 1270157 A & KR 9100816 B	5, 6, 10
Y	JP 2002-168403 A (三菱重工業株式会社) 2002. 06. 14, 段落【0033】, 第6-7図 (ファミリーなし)	15, 16